Atena
Editora
Ano 2023



Abel I. Barrial-Lujan
Fredy Taipe-Pardo
Mary L. Huamán-Carrión
Mauricio Muñoz-Melgarejo
Any Berenice Córdova-Chang
Jose Carlos Arevalo-Quijano
Maria Del Carmen Delgado-Laime
David Choque-Quispe
Crispin Barrial-Lujan
Ridher R. Antay-Ccaccya
Fredy Aguilar-Rivera

ALTERNATIVAS AGROINDUSTRIALES DE TUBERCULOS ANDINOS

Identificación de la calidad industrial para la fritura de las variedades de papa *(Solanum Tuberosum L.)* cultivadas en Andahuaylas, Peru

Atena Editora
Ano 2023



Abel I. Barrial-Lujan
Fredy Taipe-Pardo
Mary L. Huamán-Carrión
Mauricio Muñoz-Melgarejo
Any Berenice Córdova-Chang
Jose Carlos Arevalo-Quijano
Maria Del Carmen Delgado-Laime
David Choque-Quispe
Crispin Barrial-Lujan
Ridher R. Antay-Ccaccya
Fredy Aguilar-Rivera

ALTERNATIVAS AGROINDUSTRIALES DE TUBERCULOS ANDINOS

Identificación de la calidad industrial para la fritura de las variedades de papa *(Solanum Tuberosum L.)* cultivadas en Andahuaylas, Peru

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Nataly Evilin Gayde
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Alternativas agroindustriales de tuberculos andinos - Identificación de la calidad industrial para la fritura de las variedades de papa (*Solanum Tuberosum* L.) cultivadas en Andahuaylas, Peru

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T885 Alternativas agroindustriales de tuberculos andinos - Identificación de la calidad industrial para la fritura de las variedades de papa (*Solanum Tuberosum* L.) cultivadas en Andahuaylas, Peru / Abel I. Barrial-Lujan, Fredy Taipe-Pardo, Mary L. Huamán-Carrión, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.

Otros autores
Mauricio Muñoz-Melgarejo
Any Berenice Córdova-Chang
Jose Carlos Arevalo-Quijano
Maria Del Carmen Delgado-Laime
David Choque-Quispe
Crispin Barrial-Lujan
Ridher R. Antay-Ccaccya
Fredy Aguilar-Rivera

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-1144-4
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.444230505

1. Tuberculos andinos. I. Barrial-Lujan, Abel I. II. Taipe-Pardo, Fredy. III. Huamán-Carrión, Mary L. IV. Título.

CDD 575

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao conteúdo publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que o texto publicado está completamente isento de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

A la Universidad Nacional José María Arguedas, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por concedernos el acceso a sus laboratorios y uso de sus equipos e instrumentos para el desarrollo del presente trabajo.

AGRADECIMIENTO

PRESENTACIÓN

El análisis y selección de materias primas en la industria es de suma importancia, pues de estas dependen la calidad del producto final para ser competitivos en los mercados modernos. En las regiones altoandinas de Perú, es donde básicamente se conserva amplia diversidad de especies y cultivares de papa *(Solanum tuberosum L.)*. No obstante, en las comunidades campesinas de varios distritos de la provincia de Andahuaylas en Perú, la mayoría de los cultivos agrícolas no son tomados en cuenta en la industria por el mero hecho de desconocimiento del valor intrínseco a la falta de reportes científicos y entre otros aspectos que aíslan del mercado. En ese sentido, con esta obra se proyecta ampliar el conocimiento sobre la calidad industrial de cuatro variedades de papa fresca (serranita, canchán, huayro y tumbay) producidas en Andahuaylas para su procesamiento en fritura. Es importante señalar que, todo proceso agroindustrial que garantiza la calidad del producto final, surge a partir de la identificación de los factores determinantes previo a su proceso. En particular, mediante los métodos gravimétricos y analíticos se analizaron las propiedades físicas y químicas como materia seca; gravedad específica; azúcares reductores; contenido de almidón, y componentes macronutricionales referidas a: humedad, proteínas, grasas, fibra, cenizas y carbohidratos. Los resultados mostraron que el contenido de materia seca de cuatro variedades de papa superó el requerimiento óptimo (20%); el almidón oscila entre 12.6 % – 19.0 %, siendo de mayor valor la variedad tumbay ($p<0,05$); la gravedad especifica fue entre 1.055 – 1.096 g/cm^3 y no se ha demostrado una diferencia significativa entre las variedades de papa estudiadas ($p>0,05$). Los azucares reductores varían entre 0 % – 0.1 %. En cuanto a los valores de proteína, grasa, ceniza y fibra, fueron estadísticamente iguales entre las variedades de papa estudiadas ($p>0,05$), pero el contenido de carbohidratos y humedad denotaron una diferencia significativa ($p<0,05$). De esta manera, se demostraron que, las variedades de papa estudiadas poseen una óptima calidad culinaria para la fritura. Además, estos valores también nos posibilitan para la adopción de nuevas opciones de uso más eficientes en la industria alimentaria.

Promover el cambio tecnológico o la innovación en la agricultura ha sido una preocupación permanente de las organizaciones públicas y privadas desde que la agricultura comenzó a utilizar los resultados científicos para mejorar la productividad y la eficiencia en su uso. En los andes del Perú, en particular en la provincia de Andahuaylas, los cultivos agrícolas como la producción de papa recurrentemente enfrenta precios infravalorados en los mercados locales y regionales, muy a pasar de ser la actividad económica principal de la sociedad (67 % de la población económicamente activa); esto es debido por el escaso demanda industrial y/o desarrollo e innovación de nuevos productos derivados por insuficientes reportes científicos acerca de los atributos tecnológicos de las variedades de papa específicas (variedad tumbay, serranita, canchán y huayro). Por lo tanto, apremia efectuar estudios que aborden sus ventajas comparativas del producto.

El estudio tuvo como objetivo evaluar las principales características de calidad industrial de cuatro cultivares frescos de papa *(Solanum tuberosum L.)* producidos en Andahuaylas para el procesamiento en frituras. El contenido de esta obra se organizó en tres capítulos para una mejor comprensión del lector.

El primer capítulo presenta conceptos teóricos relevantes del tema en cuestión, así como reportes científicos que hacen contribuciones prácticas al material.

En el segundo capítulo, se describe la metodología que se ha utilizado en la presente investigación. Asimismo, se precisa la procedencia de la materia prima y sus respectivos análisis efectuadas.

En el tercer capítulo, se reporta las características de calidad industrial de las variedades de papa tumbay, serranita, canchán y huayro, en el que se determinaron su viabilidad respectiva para ser procesados o no en frituras

Por último, además de contribuir al conocimiento científico, este libro será de gran interés para los agricultores de la provincia de Andahuaylas, a fin de promover la industrialización y dinamizar los usos de sus cultivos altoandinos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa *(Solanum tuberosum L.)* está clasificado como el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo después del arroz, el trigo y el maíz. Este es un cultivo vital para la seguridad alimentaria debido a su alto rendimiento y alto valor nutricional. La papa tiene una alta participación en el equilibrio económico del Perú y particularmente de los ciudadanos de la provincia de Andahuaylas.

En la provincia de Andahuaylas se concentran una gran diversidad de variedades de papa producidos en sistemas convencionales y orgánicas, pero las que destacan en área y volumen de producción son en sistemas convencionales, entre las que representan son los cultivos de las variedades de serranita, canchán, huayro y tumbay. Estos cultivos son producidos en zonas altoandinas que comprenden a una altitud de 3500-4200 metros sobre el nivel del mar, y que pertenecen a los distritos de San Jerónimo, Talavera, Kishuara, Pacucha y Santa María de Chicmo. Y sabemos que desde tiempos milenarios la mayoría de las variedades papas se consumen como verduras en cocción en la cocina, pero a medida que ha ido evolucionando nuestro consumo de alimentos, la demanda culinaria ha cambiado de papa fresca a productos procesados, como papas tostadas (hojuelas de papa fritas), prefritas, congeladas y deshidratadas.

En el momento actual, los alimentos fritos son la elección principal en nuestra dieta y son bien recibidos por los consumidores de diferentes edades debido a sus atributos organolépticos únicos, incluyendo sabor, color, textura y aroma (Zhang, 2020); además de la rapidez que caracteriza a este método de cocción, se aplica tanto a nivel industrial como doméstico. Y debido a la necesidad de estandarizar los procesos tecnológicos de las materias primas, se han establecido algunas especificaciones a fin de optimizar sus usos (Hasbún et al., 2009; Silveira et al., 2020). En particular, es importante tener en cuenta que cuando se trata de tubérculos de papa, hay varios factores a considerar previo a su procesamiento, ya que sus características composicionales tanto químicas y físicas varían sustancialmente. Estas diferencias suelen estar relacionadas con el tipo de la variedad, las condiciones de cultivo (calidad de la semilla, tipo de suelo, fertilizante, temperatura, humedad, luz), grado de madurez y condiciones de almacenamiento. En tanto, la materia seca, gravedad específica, contenido del almidón y el porcentaje de azucares reductores, además de componentes macro nutricionales son factores a tener en cuenta previo al proceso industrial de papa en la fritura, objeto de esta investigación. El contenido de materia seca de la papa es una de las características más importantes para el procesamiento industrial, porque un alto contenido significa un alto rendimiento en la mayoría de los procesos; para los procesos industriales que impliquen como papas prefritas o fritas, se requiere que los

valores sean superiores a 20%. Respecto al contenido de almidón, además de ser una importante fuente de energía, tiene gran influencia en factores de calidad, en los procesos de fritura, el almidón sufre cambios estructurales en los cuales los cristales de la amilosa y de la amilopectina se reorganizan. Esta conformación promueve la formación de un gel que funciona como una barrera protectora contra la entrada del aceite a nivel de fritura. Pero también, la absorción de aceite se ve afectada por la gravedad específica. Otro componente que afecta fuertemente sobre la calidad de los productos procesados de papa son los azúcares reductores; en la fritura, el contenido de estos azúcares se correlaciona con el grado de oscurecimiento no enzimático que se desarrolla durante el calentamiento. Por tanto, considerando la importancia tecnológica y comercial de los productos procesados elaborados a partir de los tubérculos de la papa, en la presente edición se aborda la caracterización de calidad industrial de papa producidas en zonas altoandinas que aportan a la literatura científica y coadyuvan para adoptar nuevos usos más eficientes a efectos de garantizar la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible de la sociedad.

ANTECEDENTES Y MARCO TEORICO

ANTECEDENTES

En general, hacia el marzo de 2022, la producción de papa registró 542 mil 47 toneladas y mostró un crecimiento de 13,4% al compararla con similar mes de 2021 (478 mil 81 toneladas) en el territorio peruano, de las cuales la región Apurímac registro 27 mil 833 toneladas y creció en 28,8%, comparado con marzo de 2021 datos que fueron reportados por la Dirección de Estudios Económicos y Dirección General de Políticas Agrarias del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MINDAR) (MINDAR, 2022). En tanto, en Andahuaylas, la producción de papa (*Solanum tuberosum L.)* asciende a una extensión de 2,360 hectáreas, según los reportes del Ministerio de agricultura y Riego del proyecto plan de Cultivos Campaña Agrícola 2019 – 2020 (MINAGRI, 2020). De esta manera, los reportes mencionados posibilitan el desarrollo de múltiples aplicaciones tecnológicas en el marco de la gestión y seguridad alimentaria.

Alcon y Bonifacio, (2020) efectuaron una evaluacion de las variables relacionadas con la calidad culinaria de la papa amarga *Solanum Juzepczukii* y *Solanum curtilobum* en Bolivia. El objetivo de la investigacion estuvo centrado en evaluar la gravedad específica, contenido de materia seca y almidón y calidad culinaria. Las muestras de papa amarga fueron recolectadas de la Marka Aransaya, Bolivia. El contenido de materia seca se determinó por el peso seco y peso fresco, la gravedad especifica por peso volumétrico y flotación en soluciones salinas, el contenido de almidón y sus características en laboratorio (LAYSA s.r.l.), la calidad culinaria mediante el tiempo de cocción y degustación directa. La gravedad específica por el método volumétrico. En S. juzepczukii varía de 0.985 a 1.124 g/cm^3 y en S. curtilobum de 1.002 a 1.042 g/cm^3 y por el método de soluciones salinas varía de 1.091 a 1.108 g/ cm^3 en S. juzepczukii; y 1.096 a 1.115 g/cm^3 en S. curtilobum. El contenido de materia seca varía entre 18.5 (Q'aysa 2) y 30.4 % (K'awna Luk'i). La variedad Qita tiene 24 % de materia seca y la variedad Muruq Luk'i 19.5 %. El contenido de almidón de ambas especies fueron similares. La temperatura de gelatinización del almidón de S. juzepczukii fue de 76 a 92 °C y de S. curtilobum de 79 a 86 °C. El tiempo de cocción varió entre 60 y 115 minutos. Las variedades Chuqipitu y Umaluru son de sabor poco amargo y las variedades Qita y Muruq Luki son de sabor neutro. En conclusión, las variedades de papa amarga presentan diversidad en gravedad específica, materia seca, contenido de almidón y calidad culinaria.

Silveira et al., (2020) desarrollaron una investigacion sobre la caracterización físico-química y potencial para fritura de materiales genéticos de papa (Solanum tuberosum) en Las Brujas, Canelones, Uruguay. El objetivo de este trabajo fue caracterizar 24 materiales

genéticos de papa (Solanum tuberosum), considerados promisorios para la obtención de fritura, y un testigo comercial a partir de parámetros de calidad física (contenido de materia seca, gravedad específica y color) y química (polifenoles totales, capacidad antioxidante total y actividad de la polifenol oxidasa). Se encontraron diferencias en el contenido de materia seca, donde tres materiales genéticos (07032.3, 10025.1 y 07062.1), con valores menores 20 %, no serían aptos para la obtención de fritura, sino para cocción. La gravedad específica fue similar entre los materiales genéticos, demostrando ser un parámetro no tan estricto para la selección como lo es el contenido de materia seca. Se observaron diferencias en la actividad de la polifenol oxidasa (2.1 a 101.43 U·gproteína -1 en peso seco [PS]) y el color de la fritura. Del total de materiales analizados, 10 son promisorios para la fritura, mientras que los restantes presentan problemas de bajo contenido de materia seca (15.5 a 17.19 %), alta actividad de la polifenol oxidasa (> 45 U·gproteína -1 en PS) y color no dorado u oscuro, que los haría menos atractivos tanto para la industria como para los consumidores.

Tirado-Lara y Tirado-Malaver, (2019) evaluaron los parámetros de calidad industrial de las características físicas y químicas de 17 clones de papa con pulpa morada y seleccionar los clones con mejores respuestas a los atributos de calidad para procesamiento industrial en Cajamarca, Perú. Los resultados mostraron que los clones exhibieron características físicas aceptables (forma del tubérculo, profundidad del ojo, color de la piel y color de la pulpa) para el procesamiento, incluida la variedad Amarilis. Además, los clones reportaron tamaños de tubérculo dentro del rango recomendado para chips (40-60 mm) y papas fritas (≤ 45 mm). El clon CIP302306.19 produjo el mayor contenido de materia seca del tubérculo (28,60 %) y gravedad específica (1.106 g cm-3), con bajos niveles de azúcares reductores (0,062 %) y un rango aceptable para el procesamiento de las hojuelas, mientras que el menor el contenido de materia seca (19,39%) y el peso específico (1,072 g cm-3), fueron reportados por el clonCIP302290.11. La mayoría de los clones produjeron tubérculos con un contenido de materia seca superior al 20% y un peso específico superior a 0,080 g cm-3, además de bajos niveles de azúcares reductores, y se encuentran dentro del rango aceptable para el procesamiento de chips. El estudio indicó que los clones probados podrían potencialmente usarse para la producción de chips debido a sus efectos significativos en los parámetros de procesamiento.

González et al., (2019) efectuaron una selección de genotipos de papa *(Solanum tuberosum L.)* adaptados a las condiciones agroecológicas del Estado Mérida, Venezuela. Para ello, se evaluaron clones promisorios, progenies, cultivares comerciales y locales. Los ensayos se realizaron en 11 localidades del estado Mérida. En cuanto a la cosecha, el rendimiento promedio más alto se registró en el clon 301002.6 (49.63 t.ha-1), mientras que

el menor se obtuvo en Única-Peruana (4.14 t.ha-1). El 85 % de los materiales superaron al testigo en rendimiento. De acuerdo a la prueba múltiple de Duncan se formaron 23 grupos, observándose que estadísticamente existen diferencias altamente significativas entre los genotipos evaluados ($p<0,001$). La materia seca fue Diacol Capiro, Maria Bonita, Fripapa INIA, Iniafrit, Montañita 15.5; 18.2; 18.2 y 17.025 y 20.4 % respectiavemnte.

Cerón et al, (2018), realizaron la investigación sobre la composición Fisicoquímica y Propiedades Antioxidantes de Genotipos Nativos de Papa Criolla (Solanum tuberosum Grupo Phureja) en Bogotá, Colombia. El objetivo de esta investigación fue evaluar la composición fisicoquímica de 21 genotipos de papa criolla *(Solanum tuberosum L),* los investigadores determinaron el contenido de humedad, cenizas, proteínas, almidón, azúcares reductores, mediante la metodología gravimétrico y analítico se tomó una muestra al azar de tubérculos para las respectivas evaluaciones fisicoquímicas, El análisis fisicoquímico mostró variaciones en muestra cruda. La humedad entre 72.06 - 77.07%, cenizas 0.96 - 2.56%, proteínas 1.73 - 2.81%, almidón 14.44 - 22.4% y azúcares reductores 0.88 - 3.8%. Tras el análisis se concluyó que los genotipos evaluados no son muy diferentes de los cultivados en otras latitudes tanto en Latinoamérica como en Europa, por otro lado, presenta contenidos superiores de proteínas, almidón y azúcares reductores.

Contreras (2017) en su investigación desarrollado en la región Huancayo, tuvo por objetivo determinar la relación entre el contenido de almidón y materia seca con la gravedad especifica de cinco variedades de papa (*Solanum tuberosum L*) para distintos tipos de procesamiento industrial. La metodología empleada fue utilizando instrumentos gravimétricos y aplicando tablas de conversión o ecuaciones establecidas, logró obtener contenidos de almidón y de materia seca en función de la gravedad específica de los tubérculos. Es así que determinó la gravedad específica en cinco variedades de papa (Yungay, Perricholi, Canchán, Huayro, Peruanita) siendo sus valores promedios respectivamente: 1.1006, 1.0839, 1.0681, 1.1096 y 1.1125 g/cm^3. Asimismo, obtuvo el porcentaje de materia seca de cada variedad de papa siendo sus valores respectivamente 22.373%, 22.483%, 21.458%, 26.268% y 27.070%. El porcentaje de almidón de cada variedad de papa siendo sus valores respectivamente: 16,35 %; 12,97 %; 13.54%, 18.21% y 19.05%. Esta investigación se concluyó que las ecuaciones que fueron empleadas son modelos lineales con alto coeficiente de determinación lo que se demuestra es que a través de gravedad específica de tubérculos se puede obtener el contenido de materia seca y almidón, además se establecieron ecuaciones que conducen a calcular la cantidad de materia seca en función de la gravedad específica.

Obregón y Repo (2013) evaluaron cuatro variedades de papa: Peruanita amarilla runtus, huayro, y huamantanga, procedentes de la provincia de Huancayo, región Junín.

Cuyo objetivo de su investigación fue caracterizar, fisicoquímica de cuatro variedades de papa. Se tomó una muestra de 10 tubérculos al azar por cada variedad. Para la determinación de la gravedad específica, se utilizó el método de la doble pesada, que consiste en pesar el tubérculo en el aire y luego sumergirlo en agua. El contenido de proteínas, cenizas, fibra cruda, determinación de almidón y azúcares reductores, se determinó con el método de AOAC. El factor utilizado para calcular la proteína fue de 6,25. Asimismo los carbohidratos fueron obtenidos por diferencia, es decir sustrayendo de 100 la suma de agua. Se determinó la gravedad específica en 4 variedades de papa (Peruanita, amarilla runtus, huayro, y huamantanga) siendo sus valores promedios respectivamente 1.15, 1.11, 1.09 y 1.08g/cm^3. El contenido de materia seca fue de 27.90%, 31.80%, 24.60% y 22.98%. Porcentaje de proteína tuvo valores de 2.94%, 2.33%, 1.66% y 2.30%. Ceniza fue de 0.98%, 0.71%, 0.89% y 0.87%. Porcentaje de fibra cruda presento valores de 0.47%, 0.74%, 0.44% y 0.34%. Porcentaje de carbohidratos fue de 23.44%, 27.95%, 21.52% y 19.39%. Asimismo, contenido de almidón fue de 23.01%, 26.20%, 20.02% y 17.50% y finalmente porcentaje de azucares reductores presento valores de 0.50%, 0.51%, 0.37%, y 0.38%. En conclusión, los altos contenidos de almidón y materia seca encontrados las clasifican como tubérculos de buena calidad, siendo favorables para proceso de productos deshidratados o fritos.

Vázquez et al., (2013) en su investigacion se planteraron como objetivo evaluar las variables fisicoquímicas y la calidad de fritura de nuevos clones de papa desarrollados por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), México. En este trabajo de investigación emplearon Cuatro clones de papa denominadas: 02-4 (K) Alpha, 02-4R (M) Lupita, 02-93 (V) Malinche y 99-4 (i) Montserrat. El diseño experimental fue completamente al azar. Las determinaciones se hicieron por el método de soluciones salinas de densidades variables, gravimétricas y espectrofometrica. Los resultados de peso específico de los clones de papa Alpha, Lupita, malinche y Montserrat alcanzo a (1.076, 1.086, 1.082 y 1.080) adecuado para la industria de papas fritas. La materia seca 16.9%, 19.7%, 20.6%, 13.3% en cuanto al almidón 12.7%, 15.3% 13.3% y 9.9%. El contenido de azúcares reductores (glucosa y fructosa) 1.338%, 0.892%, 1.293% y 3.985% respectivamente. En fritura se determinó el color, los cuales se identificaron en los cuatro clones como sobresalientes por su calidad buena para la industria de papas fritas. En conclusión, mostraron contenido bajo de humedad y azúcares reductores, por otro lado, contenido alto de materia seca, almidón, peso específico y finalmente en fritura presentaron excelente color.

Soto, (2012) en su trabajo de investigación, tuvo por objetivo evaluar la calidad del almidón de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*) capiro, huayro moro y amarilis-inia cultivadas en la provincia de Jauja. La investigación realizada tiene cuatro

etapas: 1º etapa: Obtención de las muestras de variedades de papa y sus análisis químico proximales. La 2º etapa: extracción del almidón y su rendimiento. Para análisis químico proximal de papa de variedades (capiro, huayro moro y amarilis-inia) como materia prima, se obtuvo el porcentaje de humedad 69.3%, 75.1% y 74.1% respectivamente. Porcentaje de proteína fue de 1.7%, 1.7% y 2%. Porcentaje de lípidos fue de 0.3%, 0.2% y 0.3%. Fibra 5%, 4.5% y 5.1%. El porcentaje de ceniza fue de 1.2%, 1.1% y 1.2%. Porcentaje de carbohidratos de 22.5%, 17.4% y 17.3%. Asimismo, para extracción del almidón y su rendimiento, tuvo el mayor rendimiento de 10.42% fue de variedad capiro, comparado con la de huayro-moro que fue de 10% y amarilis-inia que fue de 9.3%. En conclusión, el contenido de almidón de la variedad capiro es de interés comercial debido al alto contenido de amilosa, factor que influye positivamente en sus propiedades pudiendo ser utilizados en diversos sistemas alimenticios u otras aplicaciones industriales.

Loyola et al., (2010) en su investigacion, tuvieron como objetivo evaluar la composición química de tubérculos de papas *(Solanum tuberosum, sp. Tuberosum)* del cultivar Desirée, producidos bajo dos formas de cultivo convencional y orgánico, el trabajo fue efectuada en Curicó Chile. Los componentes evaluados fueron contenido de materia seca, almidón, proteínas y azúcares reductores. Para ello se emplearon métodos gravimétricos y para el procesamiento de datos se usó un diseño completamente al azar y análisis de varianza con un 95% de exigencia. Los reportes en cuanto al contenido de materia seca para ambas formas de cultivo se encontraron valores promedio de 24.35% y 23.16%. El contenido de almidón de 14.48% y 13.58 %, proteína 2.64% y 2.83% y los azucares reductores se determinaron de 0.13% y 0.11% respectivamente. Los tubérculos sometidos a ambos tratamientos no mostraron diferencias estadísticamente significativas en ambos cultivos (p value < 0,05). También se realizaron evaluaciones sensoriales de papas fritas con tubérculos producidos en forma convencional y orgánica, a los 30 y 75 días de poscosecha, participando 13 panelistas entrenados, quienes evaluaron los atributos de: color, textura y sabor. Para expresar los resultados se utilizaron gráficos del tipo radial, no encontrándose diferencias marcadas a favor de un tipo de papas, luego de freírlas, independiente del tipo de cultivo realizado, de acuerdo a los atributos evaluados. El estudio concluyó en que no existieron diferencias significativas en los parámetros evaluados bajo las dos formas de cultivo.

Hasbún et al., (2009) realizaron una investigacion que tuvo por objetivo comparar las propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa, investigación efectuada en Costa Rica, las variedades de la papa son: MNF-41 (papa de origen holandés y piel roja brillante y lisa), MNF-72 (papa de origen alemán de cáscara ocre y muy lisa) y MNF-80 (papa de origen holandés piel lisa de color

ocre) y variedad Floresta. La metodología empleada para las propiedades físico-químicas se analizaron mediante la determinación del contenido de almidón, azúcares reductores y la gravedad específica por métodos gravimétricos, espectrofotométricos y para el contenido de grasa se utilizó el método de Soxhlet. Como resultado se obtuvo para gravedad específica la MNF-80 presento mayor promedio 1.0892 y la Floresta tuvo menor promedio 1.062. Asimismo, el reporte de la muestra MNF-80 obtuvo el contenido mayor de almidón un 20.8% y Floresta obtuvo más bajo 13.4%, La MNF-80 presentó el porcentaje menor de azúcares reductores con 0.076%, mientras que MNF-41 y MNF-72 presentaron 1.142% y 1.384%, respectivamente.

Cosme y Mandujano (2009) realizaron una investigación que tuvieron como objetivo, determinar las propiedades físicas y químicas de las variedades de papas huayro-moro, huayro-negro, peruanita, runtush y tumbay. Para ello, emplearon el método de la AOAC y ecuación tradicional para materia seca y gravedad especifica que consiste en el modelo ms=2296,25 GE – 2276,89. Los resultados encontrados fueron. Materia seca, para la variedad huayro-moro fue de 22.47%, huayro-negro 22.12%, peruanita 27.87%, runtush 22.00% y tumbay 20.71%, asimismo, la gravedad especifica presentó promedios de 1.001 para la primera variedad; para la segunda 1.001 para la tercera 1.003 para la cuarta 1.001 y para la quinta 1.002. En tanto, el cálculo de la materia seca mediante el modelo tradicional para la variedad huayro - moro se obtiene 21.66%, huayro- negro 21.66% peruanita 26.23% runtush 21.66 y tumbay 23.95. Asimismo, se determinó la cantidad de almidón, para la primera variedad 14.61g, para la segunda 14.38, para la tercera 18.12, para la cuarta 14.30 y para la quinta 14.46 en 100 gr de producto. En conclusión, el valor hallado se señala que las variedades que presentan mejores características para uso industrial de la elaboración de chips, son las variedades huayro-moro, huayro-negro, runtush y tumbay. La variedad peruanita es destinada a otra línea de producción por no presentar características de calidad referidos al contenido de materia seca.

BASES TEORICAS

Origen e importancia de la papa

La papa *(Solanum tuberosum L)* es una planta de la familia de las Solanáceas. Según el botánico y genetista Nikolai Ivánovich Vavilov, en su estudio sobre “la geografía de las plantas cultivadas”, las primeras evidencias arqueológicas avalaban un “origen dual” con centro en el altiplano andino del Perú (Guirola, 2007). Sin embargo, existen otras afirmaciones, la primera crónica conocida que menciona la papa fue escrita por Pedro Cieza de León en 1538. Cieza encontró tubérculos que los indígenas llamaban “papas”,

y su origen en Perú diera primero en la parte alta del valle del Cuzco y posteriormente en Quito, Ecuador. El centro de domesticación del cultivo se encuentra en los alrededores del lago Titicaca, cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia. Existe evidencia arqueológica que prueba que varias culturas antiguas, como la Inca, la Tiahuanaco, la Nazca y la Mochica cultivaron la papa. (Pumisacho, 2002) citado por (Chinguel, 2021). El cultivo de papa puede ser encontrada hasta los 4300 msnm. ECURED, (2019). considera que *Solanum tuberosum ssp andigenum* se originó en el sur de Perú, en los límites de Bolivia a partir del complejo *Solanum brevicaule*, y la *ssp tuberosum* en las tierras bajas de la parte central de Chile.

La popularidad de la papa, como alimento básico en la dieta diaria de la población, se ha extendido desde las elevaciones de los andes de Bolivia, Perú, Ecuador a todos los continentes (INIA , 2014). La papa es un alimento que se caracteriza por su elevado contenido energético, rico en proteínas, vitaminas, minerales, etc. Además, es el cuarto principal producto alimenticio en el mundo, después del trigo, el arroz y el maíz. Las papas son originarias de América del Sur, específicamente de la región andina. Más tarde fueron introducidas a los europeos por exploradores españoles en el siglo XVI. En muchos de sus viajes, los españoles usaron a las papas como una fuente de vitamina C para combatir el escorbuto. Hoy en día, este tubérculo se cultiva en todo el mundo y es el cuarto cultivo más producido, siendo el estado de Idaho uno de los productores más grandes. Existen alrededor de 100 tipos de papas, cada una variando en tamaño, color, forma, sabor y contenido nutritivo. Los tipos más comunes tienen la piel y carne blanca amarillenta, piel y carne roja o son de color rosado (Chinguel, 2021).

Los agricultores han reconocido el valor de las raíces y tubérculos en términos de producción de energía cosechada por hectárea por día, de los cuales la papa es el más eficiente entre los cultivos comestibles comunes. La calidad y cantidad de las sustancias nutritivas del tubérculo varían por variedad de papa y condiciones de campo (Landeo y Huanco, 2014).

Aspectos agronómicos de la papa

La papa, de nombre científico (*Solanum tuberosum L),* pertenece a la familia de las solanáceas, plantas con características de hierba, que pueden estar provistas de tubérculos. Corresponde a una especie dicotiledónea anual pero puede comportarse potencialmente como una especie perenne (Krarup, 2019). Se sabe que en el mundo existen más de 5000 variedades de papa y que en el Perú solo se encuentran alrededor de 3500 (Chinguel, 2021). Cabe destacar, Al género *Solanum* pertenecen alrededor de 2000 especies botánicas de las cuales por lo menos 800 se describen con precisión. El cultivo de la papa se originó en la cordillera andina en Perú, allí evolucionó y se cruzó con otras plantas silvestres del mismo género, presentando una gran variabilidad. (Contreras, 1999)

El sector agroindustrial establece requerimientos cualitativos para la producción y comercialización de la papa como los siguientes:

- Tamaño y forma de tubérculos
- Daños y deformaciones
- Contenido de materia seca
- Contenido de azucares reductores
- Ennegrecimiento no enzimático.

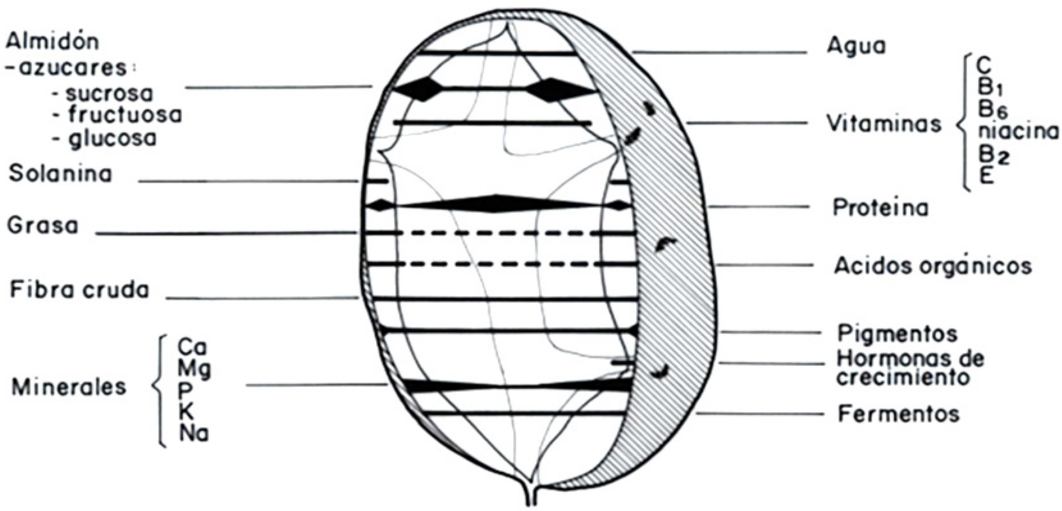


Figura 1. Distribución de los diferentes constituyentes en el tubérculo de papa

Fuente. Contreras, (2006).

Estándares de calidad de la papa

La papa destinada al proceso de transformación, requiere unas características específicas, inherentes a la propia variedad. La calidad externa, comprende: forma uniforme, alargada u oblonga; tamaño uniforme (40 y 50 mm de diámetro), mediano o grande; la forma y tamaño de las papas, así para las hojuelas (chips), con ojos superficiales; completamente sanos y libres de enfermedades fisiológicas, con piel suave. Por otra parte, la calidad interna, está determinada por la composición química de la papa, que es uno de los factores más utilizados para la clasificación y compra de variedades para la elaboración de diferentes productos de papa. (Vázquez et al., 2013). Los factores que influyen directamente en la calidad final de las papas fritas son, fundamentalmente, la temperatura de almacenamiento, variedad empleada, madurez fisiológica del tubérculo y situaciones de estrés como sequías o enfermedades (Dilmer, 2019).

Los componentes que influyen directamente en la calidad y clasificación de las

variedades de papas son los altos contenidos de almidón y materia seca, al igual que el contenido de azúcares reductores presentes en la papa tales como: glucosa y fructosa, los cuales varían considerablemente entre variedades de papas (Dilmer, 2019).

Producción e industrialización de la papa.

La presencia de supermercados e hipermercados, así como de centros de comida rápida ha generado demandas por productos derivados de la papa, con exigencias en presentación, variedades y calidad que garanticen su rápida preparación.

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, la superficie total mundial utilizada para el cultivo de papa durante el año 2020 fue de 16,49 millones de hectáreas que arrojaron una producción de 359,07 millones de toneladas; considerando diferentes continentes, Asia viene con la mayor producción de papa, que es casi el 50% del total, seguida por Europa con una contribución del 32%, Américas 12%, África 7% y Oceanía 0,5% (FAO, 2022). Seis países producen cerca del 60 por ciento de la producción mundial: China 22%, India 10%, Federación Rusa 11%, Ucrania y EE.UU. 6% respectivamente y Alemania el 4%. Otros 13 países entre los que se encuentra el Perú producen el 21 %.

Actualmente, China es el principal país mundial en producción de papa con una producción total de 83,6 millones de toneladas, seguido de India (46,8 millones de toneladas), Rusia (26,6 millones de toneladas), Ucrania (22,2 millones de toneladas) y los Estados Unidos de América (19,9 millones de toneladas) (FAO, 2022). En Sudamérica, Argentina es la que ha obtenido mayor eficiencia 70 t/ha. El Perú, no obstante, a pesar de que la papa es un producto originario, no ha alcanzado mayor eficiencia, esto debido a que en los andes peruanos no se ha apostado por los cultivos orgánicos y conservación de las especies nativas. (MINAGRI, 2019)

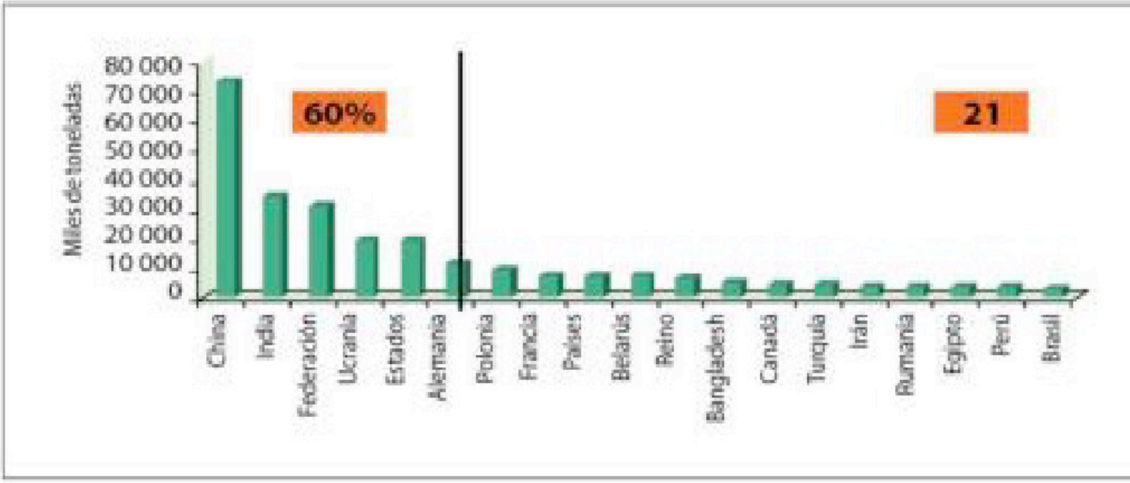


Figura 2. Principales países productores de papa.

Fuente: Ministerio de desarrollo agrario y riego, (2019)

Los inicios de la transformación de papa en el Perú se debieron a la necesidad de conservarla por tiempos prolongados para aprovechar la papa de calidad no comercial, pero también para acceder al consumo de variedades amargas, cuyo contenido de glicoalcaloides las hace inapropiadas para el consumo en estado fresco (Chinguel, 2021). Se debe especializar la producción para las posibilidades de procesamiento como:

a) Papa seleccionada (en fresco, lavada, clasificada y envasada en mallas)

b) Papa para fritura en tiras u hojuelas

c) Papa para harina-puré

d) Papa para papa seca

e) Papa para chuño

f) Papa para almidón

g) Papa para alcohol

h) Papa pre cocida – congelada

i) Papa para conservas

Los mayores obstáculos que enfrentan la producción y comercialización de papa son su producción irregular, su estacionalidad, la falta de disponibilidad de semilla de calidad y perecibilidad en estado fresco. Por ello es el momento de que los productores se organicen para planificar la oferta de calidad, producir diferentes variedades con aptitud industrial, capacitarlos para que puedan producir papa de buena calidad e inocua según los exigentes requerimientos del mercado para que lleguen a las plantas de procesamiento en el momento oportuno, en cantidades necesarias y de calidad óptima para cada tipo de procesamiento

(Almeida et al., 2015). No obstante, tradicionalmente, no falta en un hogar preparar papas fritas como bocadillo o en el menú, Asimismo a escala industrial. lo que implica freír en aceite vegetal a temperaturas de hasta 190 °C y se caracteriza por velocidades de secado muy altas, las cuales son críticas para los criterios de calidad de los alimentos deseados por los consumidores. El tratamiento térmico no solo mejora el sabor, el aroma y el color de las papas fritas, sino que también genera reacciones químicas entre los azúcares reductores y los aminoácidos libres, conocidas como reacciones de Maillard. Mientras que algunos productos de las reacciones de Maillard contribuyen a las propiedades deseables y al sabor de las papas fritas, otros, como la acrilamida, han causado preocupaciones de seguridad pública debido a su toxicidad conocida en los sistemas humanos y animales. Debido a los efectos cancerígenos comprobados de la ingesta de acrilamida (Liyanage et al., 2021).

Según los informes de la Dirección Subregional Agraria Andahuaylas en el año 2020. En Apurímac, la provincia de Andahuaylas es catalogada como mayor productor de papa en la región, los distritos de mayor producción son Huancarama, San Jerónimo, Talavera, Turpo, Pacucha, Santa María de Chicmo, Kishuara y Jose Maria Arguedas, dado que estos distritos poseen principales zonas ecológicas apropiadas para su producción, con buenos rendimientos debido a la existencia de amplios agro ecosistemas con altitudes de 2500 a 3500 m s.n.m, en cuanto a la industrialización de esta materia prima. Kishuara es el único distrito que cuenta con dominio de tecnologías de producción para consumo y transformación para chuño y que dispone de herramientas y equipos agropecuarios. Todo ello, es gracias a la intervención del estado a través de un plan de negocio del programa Agroideas del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). con esta intervención tienen ya implementado su infraestructura y equipos para la industrialización de papa en chuño, pero no todas las variedades están destinadas a este proceso más que la variedad Chaska. y, por tanto, aun continua la brecha de industrialización de papa en Andahuaylas. Para ello, es oportuno desarrollar estudios o investigaciones caracterizando sus propiedades y/o componentes que pudieran orientarnos para el adecuado aprovechamiento en la industria, y así obtener un valor agregado en la producción; esto representará para nosotros una oportunidad estratégica de contribución para el desarrollo económico y social de la agricultura.

Variedades de papa

Existen miles de variedades de papa muchas de las cuales van quedando obsoletas por la aparición de otras con mayor rendimiento y adaptabilidad, de manera que sólo se consumen unas pocas decenas. La clasificación de las diferentes variedades de papas atiende a factores muy variados como las características del tubérculo, la planta, resistencia a enfermedades o duración del ciclo vegetativo. (González, 2007)

El Perú tiene más de 3,500 variedades de papa, la mayor del mundo, y son más de 700,000 las familias que viven de su cultivo en 19 regiones productoras. Para elegir las variedades se consideran las particularidades de los tallos, hojas y flores de la planta; la forma, textura de piel, ojos o yemas, color de la piel y de la carne en los tubérculos; además de la forma, tonalidad y textura de los brotes. Según Gonzales, (2007), uno de los criterios más empleados para diferenciar variedades es la duración completa del ciclo de cultivo, pudiendo darse:

- Variedades con ciclo de 90 días (precoces o tempranos).
- Variedades con ciclo entre 90 y 120 días (semi tempranas).
- Variedades con ciclo entre 120 y 150 días (semi tardías)
- Variedades con ciclo entre 150 y 200 días (tardías).

Variedad	Características favorables
Perricholi	• Muy alto potencial productivo • Amplia adaptación • Resistente a Phytophthora infestans
Yungay	• Alto potencial productivo en condiciones de sierra • Buena tolerancia a factores medio ambientales adversos • Buena capacidad de conservación en almacenamiento
Canchán	• Buena apariencia comercial (color rojizo en la piel y pulpa amarillenta) • Buen potencial productivo en costa y sierra • Periodo vegetativo de 4,0 a 4,5 meses
Tomasa Condemayta	• Buen potencial productivo en costa y sierra • Cosecha de costa con muy buena calidad para hojuelas(chips) • Tolerante a “mosca minadora” (Liriomyza huidobrensis)
Unica	• Buena demanda por la industria de papa frita (hojuelas o chips y “papa en tiras”) • Periodo vegetativo precoz (100 a 120 días) • Tolerante al calor
Peruanita	• Alto potencial productivo en condiciones de sierra (3500 a 3900 msnm) • Muy buena apariencia comercial (“papa de color” y pulpa amarilla)
Huayro	• Muy alto potencial productivo en condiciones de sierra (3500 a 3900 msnm) • Preferencia de las amas de casa (27 % a 28 % de materia seca)
Tumbay	• Buen potencial productivo en condiciones de sierra media (3000 a 3500 msnm) • Muy buena apariencia comercial (pulpa amarilla)
Serranita	• Alto potencial productivos en condiciones de 2 000 hasta los 4 000 msnm con un periodo vegetativo de 120 días. • Se utiliza generalmente en snack su contenido de materia seca entre los 22 a 24% y excelente calidad para consumo en fresco
Huamantanga	• Alto potencial productivo en condiciones de sierra (3 500 a 3 900 msnm) • Muy buena apariencia comercial (ojos superficiales y pulpa amarilla)
Amarilis	• Alto potencial productivo en costa y sierra • Buena resistencia a la rancha

Tabla 1. Características de las variedades de papa con mayor siembra

Fuente: Egúsquiza y Catalán, (2011).

A partir de las variedades de papa mencionados en la tabla 1, para el presente estudio se seleccionaron cuatro variedades (tumbay, serranita, canchán y huayro) por lo que destacan en área y volumen de producción en sistemas convencionales, y por lo tanto, son las más comerciales entorno a la provincia de Andahuaylas, Apurímac, Perú. (MIDAGRI, 2020).

Variedades de papa seleccionadas para la investigación

a. INIA 303 – CANCHÁN: La papa Canchán proviene del cruzamiento (BI-1) como progenitor femenino, cuya resistencia deriva de Black (*Solanum tuberosum x Solanum demisum*) y la variedad Libertas *(Solanum tuberosum)* y el progenitor masculino Murillo III-80 que proviene del cruzamiento de dos cultivares nativos (Solanum ajanhuiri y Solanum andígena) que aportan tolerancia a heladas y resistencia de campo a la rancha. (INIA, 2012). Se adapta a condiciones de sierra media, 2 000 a 3 500 metros de altitud y en costa central.



Figura 3. Cultivo y tuberculo de papa canchán

En el Perú se siembra anualmente alrededor de 300 000 hectáreas de papa, 40 % de estas con la variedad Canchán, lo que significa aproximadamente 120,000 hectáreas cada año. Canchán está considerada dentro del grupo de variedades preferidas, a nivel nacional, para su utilización en tiras. Es la variedad que ha trazado más dinero en la historia de la papa del Perú (MINAGRI, 2020).

b. INIA 309 – SERRANITA: es el resultado de una minuciosa investigación, seguida de muchas evaluaciones a nivel de campo de productores y estaciones experimentales, promovida tanto por el sector público como por el sector privado. posee también una alta calidad culinaria manifestándose a través de su textura harinosa y excelente sabor, muy apreciados para el consumo en sancochado y al horno, asimismo es muy buena para purés, sopas y ensaladas. (Landeo y Huanco, 2014)



Figura 4. Cultivo y tuberculo de papa variedad serranita

Esta variedad fue liberada en el Perú en el 2005 y desarrollado por el programa de mejoramiento para resistencia al tizón tardío del Centro Internacional de la Papa (CIP). La variedad Serranita, como es de esperarse, es resistente a Rancha requiriendo menos aplicaciones en comparación con las variedades Canchán y Yungay. Esta variedad es semi-tardía (120 a 150 días), forma de tubérculos redonda, ojos superficiales color de piel morado, color de pulpa de tubérculo blanco cremoso con contenido de materia seca de 22-24 %, bajo contenido de azúcar reductores, lo cual le confiere buena aptitud para su uso industrial especialmente frituras como hojuelas y bastones. Tiene textura harinosa y excelente sabor, muy apreciados para el consumo en sancochado y al horno, asimismo es muy buena para sopas y ensaladas. Esta variedad ha sido evaluada en diferentes localidades, años y tecnologías mostrando buena estabilidad de rendimiento con promedios de 30 a 40 tn/ha de los cuales 80 % es para consumo industrial y 20 % para consumo en fresco.

c. **INIA 323 – HUAYRO:** esta variedad es el resultado de la multiplicación de material Genético que llegó la región Amazonas, por los años 80 de un Programa de Mejoramiento que habría realizado trabajos de selección de clones y que en aquel momento no fue seleccionado por los Investigadores de ese entonces por diferentes razones, pero los agricultores campaña por campaña fueron multiplicándolo por sus atributos de calidad, productividad y por ser requerido comercialmente a precios sobre el valor de los demás cultivares. (INIA, 2014).



Figura 5. Cultivo y tuberculo de papa variedad Huayro

d. **PAPA VARIEDAD TUMBAY:** Conocida también como Tumbay (TA), Qillu Runtus y Anqas Sisa (VH). Esta variedad se desarrolla en la región Suni o Jalca, a una altura de 3700 a 4100 m.s.n.m. Se produce en las siguientes regiones: Huancavelica, Ayacucho,Junín, Apurímac, Huánuco, Ancash y Cusco, y dentro de ellas en las provincias de Huancavelica, Acobamba, Chincheros, Andahuaylas, Paucartambo. La época de cosecha de esta variedad se da a los 200 días en los meses de marzo a junio; contiene 34 % de materia seca. (INIA, 2014).

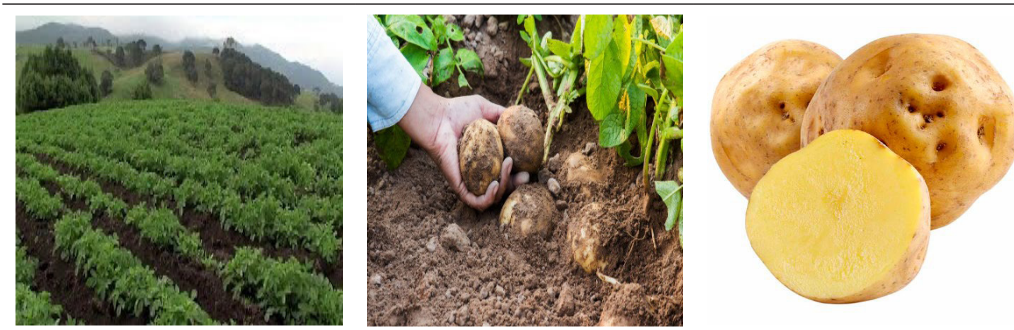


Figura 6. Cultivo y tuberculo de papa variedad Tumbay

Características químicas de la papa

La papa es un alimento versátil y tiene un gran contenido de carbohidratos. Aun variando de unas especies a otras el tubérculo recién cosechado se compone aproximadamente de 75 % - 80% de agua y 20% de materia seca. Entre el 60% y el 80% de esta materia seca es almidón. 2 % de substancias nitrogenadas, 0,15 % lípidos, 1 % de celulosa. Las papas tienen abundantes micronutrientes, sobre todo vitamina C, una papa media de 150 g consumida con su piel, aporta casi la mitad de las necesidades diarias del adulto 100 mg (Segura, 2002).

La papa contiene una cantidad moderada de hierro, pero el gran contenido de vitamina C. Además, este tubérculo tiene vitaminas B1, B3 y B6, y otros minerales como Potasio, Fósforo y Magnesio, así como Folato, Ácido Pantoténico, riboflavina, tiamina y niacina. (Jiménez, Zambrano y Aguilar, 2004).

El contenido nutricional por 100 gramos (g) de papa varía de acuerdo a los diferentes estados de preparación así: cruda, cocida, asada, frita, puré y almidón, como se muestran en la tabla 2 y 3.

Estado	**Energía (Kcal)**	**Proteína**	**Grasa**	**Hidratos Carbono**	**Agua**
Cruda	85	2,10	0,20	19,00	77,80
Cocida	65	1,70	0,30	15,40	82,00
Asada	110	2,60	0,70	29,40	65,20
Frita	230	3,30	10,60	30,10	55,00
Puré	121	1,80	5,50	16,30	75,60

Tabla 2. Composición nutricional de papa en base a 100 g

Fuente: Banda et al., (1998)

Estado	**Na**	**K**	**Ca**	**Mg**	**Fe**	**Cu**	**P**	**S**	**Cl**
Cruda	6,50	430,00	10,10	26,00	0,75	0,16	52,00	30,00	56,00
Cocida	225,00	280,00	6,10	15,00	0,48	0,11	32,00	22,20	40,70
Asada	8,60	745,00	12,00	32,00	0,90	0,20	29,00	56,30	103,00
Frita	11,70	1020,00	16,00	43,30	1,20	0,27	82,00	44,70	140,00
Puré	24,00	302,00	21,00	14,40	0,50	0,10	42,00	23,50	71,00
Almidón	6,10	426,00	6,50	20,30	0,74	0,13	31,20	28,30	71,20

Tabla 3. Sustancias minerales (mg) por 100 g de papa

Fuente: Departamento de Agricultura de los EE.UU. Base de datos nacional de nutrientes citado por (Pazmiño, 2010).

Incidencia de las variables fisicoquímicas para la fritura.

Debido a la necesidad de estandarizar los productos industriales, se han establecido especificaciones acerca de sus atributos de la materia prima a utilizar (Moreno, 2000). El contenido de sólidos en la papa es una de las características más importantes para el procesamiento industrial, ya que, en la mayoría de procesos, contenidos altos son sinónimo de alto rendimiento; para los procesos industriales, el contenido en azúcares reductores óptimo para la industria de transformación en bastones para fritura debe ser menor de 2,5 g/kg en materia fresca ya que cuando este contenido supera el límite mencionado se obtienen productos de color oscuro y sabor. Porcentaje de almidón alto, el contenido de materia seca se requiere entre 200-240 g/kg (20 – 25%) niveles superiores dan lugar a una

textura dura y con contenidos inferiores a 200 g/kg, se obtienen productos blandos y con una mayor retención de aceite en proceso de fritura (Oliva, 2020).

Materia seca o contenido de extracto seco

El contenido de materia seca es importante tanto para consumo fresco como para la industria y en el tubérculo está compuesta principalmente por carbohidratos, proteínas, lípidos, cenizas, potasio y magnesio. El contenido de materia seca representa aproximadamente entre el 18 y 24% del peso total del tubérculo, el porcentaje restante corresponde al agua (Hernández, 1989). Los tubérculos con materia seca encima de 18 – 20% tienden a ser más susceptibles a moretones, y los tubérculos se desintegran con más facilidad al cocer. No obstante, para la industria, un alto contenido de materia seca es necesario para obtener un buen color al freírse y el contenido debe de estar alrededor de 20 a 25%. Asimismo, un adecuado contenido de materia seca en tubérculos permite obtener productos con consistencia, textura, apariencia y sabor adecuado (Banda, *et al.,* 1998). Si el contenido de materia seca es bajo, el rendimiento en peso final es bajo y si la papa es para la fritura, las pérdidas en aceite son mayores, incrementándose los costos de producción (Banda, C. *et al.,* 1998). Por el contrario, si el contenido de materia seca es muy alto, el producto que se obtiene es bastante seco.

La materia seca varía entre las variedades de tubérculo, pero la materia seca de la misma variedad también puede variar entre las estaciones en la misma localidad. Esto puede ser el resultado de diferencias en el momento de la siembra, la humedad del suelo y la temperatura ambiente. (Lishman, 2019). También indican que los cultivares, dependiendo del contenido de materia seca, pueden ser agrupados en tres categorías diferentes, que son:

- Alto contenido de materia seca (más de 20.0%)
- Contenido de materia seca intermedio (de 18 a 19.9%)
- Bajo contenido de materia seca (menos de 17.9%)

El porcentaje de materia seca en el tubérculo es un importante componente para su calidad y es un parámetro muy requerido para determinar su procesamiento; así las papas con bajo contenido de materia seca no son preferidas por los consumidores y a menudo tienen una baja aceptabilidad, mientras que papas con un alto contenido de materia seca, son convenientes para la elaboración de productos alimenticios, especialmente productos fritos y deshidratados, pues responden, mejor durante el almacenamiento, comparado con papas con un bajo contenido de materia seca (Jenkins y Nelson, 1992).

Gravedad específica

La gravedad específica de la papa es otro de las características físicas importantes al momento de orientar la industrialización, es un indicador para determinar la harinosidad en papas. También se considera que las papas con un alto gravedad específica se desintegran mucho más que las papas con un bajo gravedad específica "La gravedad específica de los tubérculos ha sido largamente utilizado para proveer una medición rápida del contenido de materia seca y almidón de las papas. Al seleccionar papas para su procesamiento de diversas formas, es importante que se obtengan papas de gravedad específica y contenido de materia seca altos" (Smith, 1975).

La gravedad específica se determina mediante tres métodos: a) mediante el uso de un hidrómetro, que es un instrumento que en este caso mide la fuerza de un líquido en movimiento al sumergir las papas en agua, b) haciendo flotar tubérculos en soluciones salinas de distintas densidades, que corresponden a un peso específico determinado y c) pesando los tubérculos en el aire y bajo agua (Hernández, 1989).

Para el CIP (2010), el método más preciso es el de peso en aire/peso en agua. Para este método se requiere del uso de una balanza equipada con un gancho en la parte inferior con el objeto de sostener un cubo o balde, el cual será sumergido en agua.

Factores que hacen variar la gravedad específica

Sarzo, (2015), indica que la gravedad específica es una característica controlada genéticamente y existen, por lo tanto, diferencias significativas entre distintos cultivares. Otros factores como el tipo y temperatura del suelo, humedad, localidad, tipo y cantidad de fertilizante, época de siembra, emergencia de las plantas, época de cosecha, pesticidas, aplicación de desecantes foliares, y otros, pueden influir en la gravedad especifica de los tubérculos. Aplicaciones excesivas de N, temperaturas menores a 8ºC durante la cosecha, alta humedad en el suelo, altas temperaturas y cosechas muy tempranas provocan que la gravedad especifica de los tubérculos disminuya, las siembras tempranas alargan el periodo de desarrollo, lo que da como resultado un peso específico mayor.

Contenido de azucares reductores

Los azúcares son producidos por las plantas en grandes cantidades a través de la fotosíntesis y constituyen la principal fuente de energía para los seres vivos. Dos de las más importantes características de calidad en los tubérculos de papa son el contenido de almidón (60 a 80 % del contenido de materia seca total), el cual tiene influencia directa con la textura de los productos cocinados, y el contenido de azúcares. También es relevante considerar los azúcares reductores, se forman a partir del almidón de los tubérculos. Este

proceso implica la acción de la enzima invertasa, la cual se incrementa a temperaturas bajas y disminuye a temperaturas altas, de ahí que para disminuir la cantidad de azúcares reductores es fundamental controlar la temperatura de almacenamiento. (Bello, Carrera y Díaz, 2006)

Es recomendable, dejar la materia prima durante varios días en locales con altas temperaturas (entre 10 y 20ºC). Si se reducen las temperaturas de almacenamiento para evitar la germinación por debajo de 10ºC, se reducen las velocidades de las reacciones de forma desigual generándose tubérculos dulces y con una mala textura. Si se mantienen las temperaturas entre 15-20ºC se produce disminución del contenido de azúcares (Gruda y Postolski, 1989). En la tabla 4, se muestran las variables afectadas por las características de la materia prima.

Descripción	**Variable afectada**
Forma y tamaño del tubérculo	Rendimiento del producto final
Profundidad de los ojos	Tiempo requerido para mover los ojos
Cáscara delgada/grosor	Cantidad de desecho, rendimiento
Porcentaje de defectos	Rectificado, rendimiento
Gravedad específica Materia seca	Absorción de aceite, tiempo de fritura, rendimiento
Contenido de azúcares	Color, sabor y textura del producto

Tabla 4. Variables afectadas por las características técnicas

Fuente: Banda et al., (1998)

Los azúcares reductores glucosa y fructosa expresan sus mayores efectos durante el freído del tubérculo al producir un color oscuro, ya que estos azúcares son químicamente reactivos; mientras que la sacarosa se relaciona indirectamente con el desarrollo del color oscuro, al ser un substrato para la formación de glucosa y fructosa, bajo ciertas condiciones fisiológicas y ambientales (Stark y Love, 2003); pero el exceso de contenido de azúcar reductor en los tubérculos (límite aceptable de 1 a 3 g/kg de peso fresco) da como resultado el oscurecimiento de las papas fritas y la formación de un compuesto cancerígeno “acrilamida” (Kedia et al., 2022).

En la planta de papa, cierta cantidad de los azúcares producidos en las hojas son retenidos en ellas y en el dosel, y son utilizados en la respiración para proveer de energía a la planta, empleada en mantenimiento, crecimiento y en el manejo de procesos metabólicos críticos; otra parte de los azúcares son transportados al tubérculo en donde son depositados en el citoplasma para el mantenimiento del sistema o son convertidos en almidón en los amiloplastos. A inicios del crecimiento del tubérculo, el contenido de almidón

es bajo y los azúcares son altos, y cuando se alcanza la madurez fisiológica, se obtiene la máxima acumulación de materia seca y mínimo cantidad de azúcares (Stark y Love, 2003). Asimismo, el aumento de azúcares solubles en papa protege la membrana celular de las bicapas lipídicas, inhibe la pérdida de agua y la presión de turgencia, etc. (Kedia et al., 2022)

Todos los monosacáridos son azúcares reductores, ya que al menos tienen un -OH hemiacetálico libre, por lo que dan positivo a la reacción con reactivo de Fehling, a la reacción con reactivo de Tollens, a la Reacción de Maillard y la Reacción de Benedict. Otras formas de decir que son reductores es decir que presentan equilibrio con la forma abierta, presentan mutarotación (cambio espontáneo entre las dos formas cicladas α (alfa) y β (beta)), o decir que forma osazonas (Boyer, 200). Los azucares reductores provocan la alteración de las proteínas la reacción de glucosilación no enzimática también denomina reacción de Maillard o glicación. Esta reacción se produce en varias etapas: las iniciales son reversibles y se completan en tiempos relativamente cortos, mientras que las posteriores transcurren más lentamente y son irreversibles. A continuación, se ilustra la estructura de azúcares reductores y no reductores.

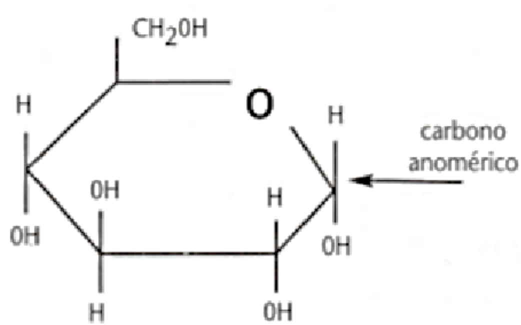


Figura 7. Azúcar reductor (glucosa) con el hidroxilo de carbono anomérico libre

Fuente: (Boyer, 2000).

Los azúcares que dan resultados positivos con las soluciones de Tollens, Benedict ó Fehling se conocen como azúcares reductores, y todos los carbohidratos que contienen un grupo hemiacetal o hemicetal dan pruebas positivas.

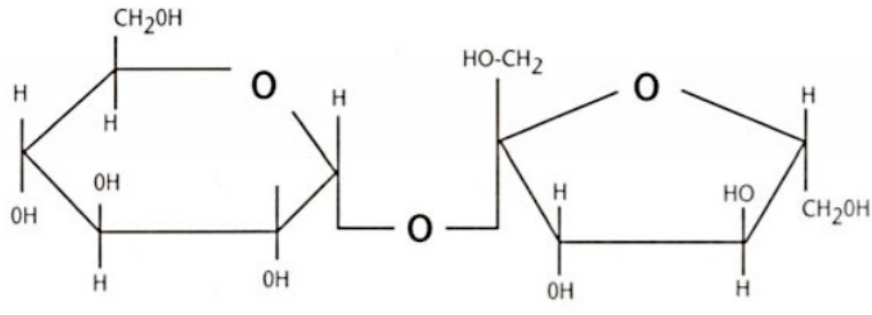


Figura 8. Azúcar no reductor (sacarosa) sin el hidroxilo de carbono anomérico libre

Fuente: (Boyer, 2000).

Los azúcares no reductores son aquellos que cuando 2 monosacáridos iguales o diferentes se unen forman un disacàrido, los disacàridos por condensación liberan una molécula de agua y son azúcares no reductores se unen por enlaces glicosídicos de tipo Alfa Beta ya que el grupo oxidrilo (OH) de una hexosa se combina con el grupo Aldehído (CHO) de otra hexosa liberando 1 molécula de H_20, (ECURED, 2019).

Almidón de papa

El almidón es un polisacárido propio de tejidos vegetales que tiene como unidad estructural moléculas de glucosa, se presenta en forma de gránulos, que habitualmente ofrecen una forma redondeada, irregular, con tamaños que oscilan entre 2 y 100 micras, tanto la forma como el tamaño de los gránulos son característicos de la especie vegetal y pueden utilizarse para identificar el origen de un almidón o harina. Como hidrato de carbono de reserva, el almidón se encuentra en especial abundancia en determinados tejidos vegetales, como los tubérculos y en el endospermo de las semillas. Sus propiedades funcionales son de importancia en muchos alimentos, el almidón se encuentra en las células vegetales bajo la forma de partículas insolubles o gránulos (Surco, 2004).

a. Características del granulo de almidón.

Las características particulares de los gránulos de almidón son: tamaño, forma y el contenido de amilosa y amilopectina. La estructura rígida de los gránulos se conforma por capas concéntricas de amilosa y amilopectina distribuidas radialmente; es decir, es una mezcla de moléculas lineales y ramificadas. Cuando hay asociaciones paralelas entre estas, se mantienen juntas por puentes de hidrógeno de lo que resultan regiones cristalinas, lo cual causa que el granulo sea birrefringente; y evita su disolución en agua fría por la formación de una malla molecular que mantiene juntos los gránulos (Soriano, 1986). Estos cuerpos son birrefringentes, es decir, tienen dos índices de refracción, por lo que, cuando

se irradia con luz polarizada desarrollan la típica “cruz de malta”. Esta cruz de malta indica un alto orden dentro del granulo; en el centro de la cruz de malta se encuentra el hilio, el cual se cree, es el punto del inicio de la biosíntesis (Espinosa, 2008).

b. Características químicas del almidón.

Las propiedades físicas y químicas dependen de la organización física y química (las cantidades respectivas de estos polisacáridos), los cuales otorgan determinadas propiedades fisicoquímicas y características funcionales a los diferentes almidones (Singh y Kaur, 2003).

Además de la amilosa y amilopectina, existen otros componentes en pequeñas proporciones como: proteínas, lípidos, grupos fosfato y trazas de materiales inorgánicos; tanto la fuente botánica y las condiciones de almacenamiento de los almidones determinan el contenido de estos compuestos que imparten efectos drásticos en la propiedades físico-químicas (Moorthy, 2002).

Características de la amilosa.

Se trata de un polímero lineal de α-D-glucosa unida por enlaces α-1.4. Debido al enlace α-1,4 los anillos de glucosa no se encuentran en una misma zona plana por lo que la amilosa no es una cadena plana, sino que forma un ángulo con cada glucosa con su interior, dando lugar a una hélice tubular estabilizada con puentes de hidrógeno. Esta naturaleza lineal y la longitud de sus cadenas, confieren a la amilosa algunas propiedades únicas, como su capacidad de formar complejos con el yodo, alcohol o ácidos orgánicos, denominados complejos de inclusión helicoidal, siendo en el caso del compuesto formados con yodo es curioso, ya que el yodo, al incluirse en la cavidad central de la hélice, da un típico color azul, que puede ser utilizado como criterio de identificación. La amilosa se presenta en forma cristalina debido al gran número de enlaces por puentes de hidrógeno existentes entre grupos hidroxilos (Ferreras, 2009), en la Figura (9) se observa la amilosa.

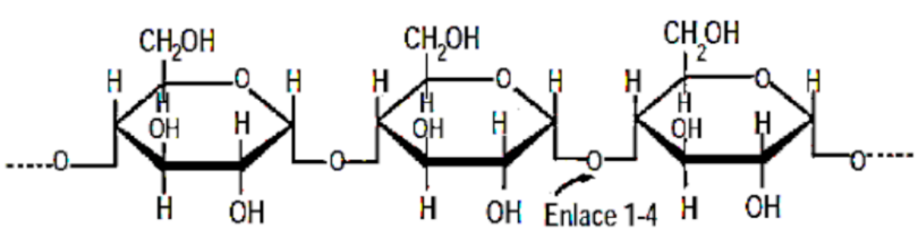


Figura 9: Estructura química de la amilosa.

Fuente: (Badui, 2006).

La abundancia de los hidroxilos otorga propiedades hidrofílicas al polímero, impartiéndole afinidad por el agua. Sin embargo, debido a su linealidad, los polímeros de la amilosa tienden a agruparse muy estrechamente en forma paralela mediante formación de

puentes de hidrógeno entre los hidroxilos de los polímeros adyacentes reduciendo así su afinidad por el agua (Naranjo y Pazmiño, 2010).

La amilosa se caracteriza porque favorece la retrogradación de sus pastas durante el enfriamiento, ocasionando el indeseable fenómeno de sinéresis (Hoover, 2002). El contenido de amilosa en almidones de papa es aproximadamente de 20 a 22% (Badui, 2006), la diferencia del contenido de este polisacárido se debe a diversos factores como genotipo, condiciones ambientales o métodos de aislamiento del almidón (Kaur, Singh, y Ezequiel, 2007); también el cambio de este polisacárido se debe a que el porcentaje es proporcional a tamaño del granulo y a la madurez de la planta de la cual se obtuvo el almidón (Utrilla, Agama, Rodríguez, y Bello, 2007).

Características de amilopectina.

La amilopectina (Figura 10), es el componente mayoritario del almidón, está formada por cadenas α-D-glucosa unidos por enlaces α-1,4; presenta además enlaces α-1,6, en los puntos de ramificación, los cuales representan de 4-5% de los enlaces totales (Ferreras, 2009).

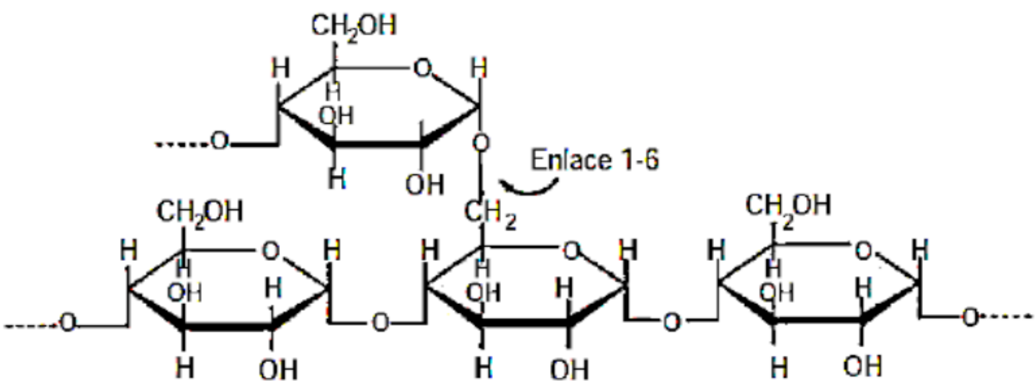


Figura 10: Estructura química de la amilopectina.

Fuente: (Badui, 2006).

La amilopectina es una molécula predominante en la mayoría de los almidones dependiendo a la fuente (entre 70-80 %), alcanzando en ciertos casos, niveles de hasta 98-99 % en los almidones tipos cerosos, posee porciones cortas y largas lo cual permite un arreglo único que imparte propiedades cristalinas y propicia su acomodo dentro de los gránulos de almidón, las ramificaciones tienen un arreglo helicoidal similar al que presenta la amilosa. Sin embargo, no se favorece la formación de complejos con sustancias. Además, las ramificaciones no permiten una retrogradación acelerada de esta fracción y no favorecen a la formación de gel (García, 2009).

La amilopectina no tiene estructura micro-cristalina, presentando un grado de cristalinidad inferior al de la amilosa. Los monómeros están interconectados débilmente, constituyendo una especie de formación cristalina que se rompe con facilidad. Es la responsable de la pegajosidad y viscosidad del almidón, debido a que durante la cocción absorbe una importante cantidad de agua. (Villagra, 2010). La amilopectina presenta pastas espesas que no se retrogradan fácilmente al enfriarse (Hoover, 2002).

Características ideales de papa para procesos industriales

La calidad de la papa es un conjunto de características percibidas como favorables por el consumidor. Solamente puede ser definida en relación con el destino y la utilización de la cosecha. Las principales características incluidas en el término de calidad son: la apariencia (forma, color, presencia de defectos). La fragancia (aroma y sabor), la textura (resistencia, consistencia a la masticación, crujientes como chips y fritos). Así mismo la calidad supone la sanidad del producto como la ausencia de sustancias tóxicas, valor nutritivo (calorías, proteínas, aminoácidos indispensables, vitaminas, etc.) (Rodriguez, 2013).

La papa durante la fritura se pierde gran cantidad de agua, por lo que todos los nutrientes se concentran y, además, el alimento adquiere un notable porcentaje de grasa del medio en que se cocina. Las diferencias nutricionales son notables, a tal punto que podemos decir que 100 gramos de papas fritas tienen una elevada densidad calórica y pues sí, no son saludables para el organismo, como se presenta en la tabla 5. Pero, por el contrario, la papa hervida sacia, tiene baja densidad calórica y casi no posee grasas en su composición, por lo tanto, puede ser incluida sin problemas en una dieta para adelgazar. (Vitónica, 2010).

Componentes	**Contenido en 100 gr de papa frita**
Grasa	33.4 g
Fibra	1.6 g
Carbohidratos	14.9 g
Proteínas	1.4 g
Calcio	6 mg
Potasio	0 mg
Fosforo	31 mg
Hierro	0.33 mg
Vitamina C	9.33 mg
Riboflamina	0.06 mg
Tiamina (B1)	0.06 mg

Niacina (B3)	1.11 mg

Tabla 5. Composición nutricional de papa frita en 100 gramos de porción

Fuente (Reyes, 2017).

HIPOTESIS

Hipotesis general

Las variedades de papa *(solanum tuberosum L.)* tumbay, serranita, canchan y huayro producidas en Andahuaylas, poseen características físicas y químicas requeridas para el procesamiento en fritura.

Hipotesis especifica

Las cuatro variedades de papa fresca *(solanum tuberosum L.)* producidas en Andahuaylas, tienen características físicas (contenido de la materia seca y gravedad especifica) que le atribuyen su procesamiento en fritura.

Las cuatro variedades de papa fresca *(solanum tuberosum L.)* producidas en Andahuaylas, presentan características químicas (los azucares reductores, el almidón y componentes macronutricionales) que le atribuyen su procesamiento en fritura.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Dimensión	Indicadores	Diseño o método	Técnica
		Independiente		
Variedades de papa	tumbay Canchán Serranita Huayro	Genotipo	Descriptivo	Determinación directa
		Dependiente		
Característica física	Matéria seca Gravedad especifica	Peso Densidad	Experimental	Determinación gravimetrica
Características químicas	Azucares reductores Almidón Componentes macronutricionales	Presencia de monosacáridos Presencia de Amilosa amilopectina Proteínas, Fibra, Ceniza y Carbohidratos	Experimental	Determinación gravimetrica y analítica

Tabla 6. Identificación de los variables de estudio.

METODOLOGÍA Y MATERIAL DE ESTUDIO

LUGAR DE EJECUCIÓN

La presente investigación se realizó en el laboratorio de procesos Agroindustriales y control de calidad de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas, referidos a las características físicas de las cuatro variedades de papa. En cambio, las características químicas (azucares reductores) se determinaron en el laboratorio de calidad total de la Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.

POBLACIÓN Y MUESTRA

Población

La población fue constituida por cuatro variedades de papa fresca (*Solanum Tuberosum L.*) (tumbay serranita, canchán y huayro) procedentes del mercado de papas de la provincia de Andahuaylas, Apurímac.

Muestra

La muestra fue compuesta de 10 kg de papa de cada variedad antes descrita. Esta cantidad fue establecida asumiendo los criterios del tipo de muestreo no probabilístico a juicio del investigador considerándose los criterios de inclusión y exclusión. De modo que, se empleó criterios de exclusión al momento de la separaron los tubérculos de papa por defectos visuales (podredumbres, papas con brotes, con daños de plagas y enfermedades, papa con pulpa verde y dimensiones pequeñas); y el criterio de inclusión consistió en considerar los tubérculos de papa, cuyo peso que comprendía entre 150 – 200 gramos y tamaño de diámetro entre 80 -106 mm con índice de madures comercial y sin daños mecánicos.

Unidad de análisis

La unidad de análisis fue constituida por cada variedad de papa sometida a un análisis experimental. Para el análisis de propiedades físicas, la cantidad requerida para materia seca fue 1,5 kg; para el análisis de gravedad especifica se requirió 155 g; extracción de almidón 1,5 kg. En cambio. Para el análisis de las características químicas, para el caso de azucares reductores se requirieron 115 g y para los componentes macronutricionales se emplearon 230 g.

MÉTODOS DE ANÁLISIS

Determinación de materia seca

La materia seca fue determinada por el método directo que es uno de los métodos sugeridos por Hernández (1989). Se pesó 200 g de papa fresca de las variedades estudiadas y éste se cortó en rodajas similares, luego se colocó en una bandeja y se introdujo a una estufa de aire caliente entre 103 a 105 °C hasta que se logre un peso constante, finalmente se pesó las muestras y se registró el peso seco. Para calcular el porcentaje del contenido de materia seca se ha aplicado la siguiente fórmula:

$$\text{Materia seca (\%)} = 100 - \frac{Pdd}{Pad} * 100 \qquad \text{(Ec. 01)}$$

P_{dd} = Peso de la muestra después de la desecación.

P_{ad} = Peso de la muestra antes de la desecación.

Determinación de gravedad específica.

Para determinar la gravedad especifica se procedió la metodología planteada por Alvarado y Aguilera (2001). Se pesó tres tuberculos de cada variedad, (peso en aire), luego la muestra se sumergió en un vaso precipitado de 500 mL con 300 a 350 mL de agua (según tamaño de la muestra) y se registró el volumen desplazado. Finalmente para calcular la gravedad especifica se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{Gravedad específica} = \frac{P1}{P1 - P2} \qquad \text{(Ec. 02)}$$

Donde:

P1: peso de la muestra en el aire

P2: peso en agua

Determinación de azúcares reductores

Se empleó el método descrito por Bello *et al.*, (2006), que consistió en preparar el reactivo DNS para una cantidad de 50 mL. Para ello se pesó 0,5 g de ácido 3-5 dinitrosalicílico, 15 g de tartrato de sodio y potasio tetrahidratado (NaK) y 0,8 g de NaOH. Se disuelve el NaOH en 20 mL de agua destilada y se añade en agitación el tartrato de NaK lentamente. Se completa con agua destilada hasta los 40 mL y se comienza a añadir

lentamente el ácido 3,5 dinitrosalicílico, se deja toda la noche en agitación, se filtra y se afora a 50 mL.

Preparación de la muestra. La muestra desengrasada se sometió al método Goldfish, utilizando solución de etanol (20:80) a 165 °C. luego, se pasa por la estufa a 40 °C, se toma el sobrante y se afora hasta 10 mL con agua destilada.

Curva patrón de glucosa**.** Se preparó la curva de calibración con glucosa a diferentes concentraciones: 0,0 (blanco); 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 y 1,0 mg/mL. En tubos de ensayo con tapas se colocó 0,5 mL de glucosa + 0,5 mL reactivo DNS, se calentó a 100 °C por 5 min y se dejó enfriar al ambiente. Luego se agregó 5 mL de agua destilada y se procedió a leer la absorbancia de cada una de las concentraciones por duplicado en un espectrofotómetro a 540 nanómetros (nm).

Desarrollo de la reacción del DNS**.** En tubos de cristal con tapa de 10 mL se adicionaron 150 microlitros (uL) de muestra y 150 uL del reactivo de DNS. Los tubos se colocan en baño de agua a 100 ºC por 5 min. Se enfrían hasta temperatura ambiente y se añade 1,5 mL de agua destilada. Se agita y se realiza la lectura a 540 nm en cubetas de cuarzo en un espectrofotómetro. Para las muestras con el preparado de papa se debe centrifugar y proceder a la lectura.

Rendimiento de extracción del almidón

Para determinar el rendimiento de extracción del almidón de papa se ha empleado la metodología de extracción por decantación descrita por Chávez y Osuna, (2000).

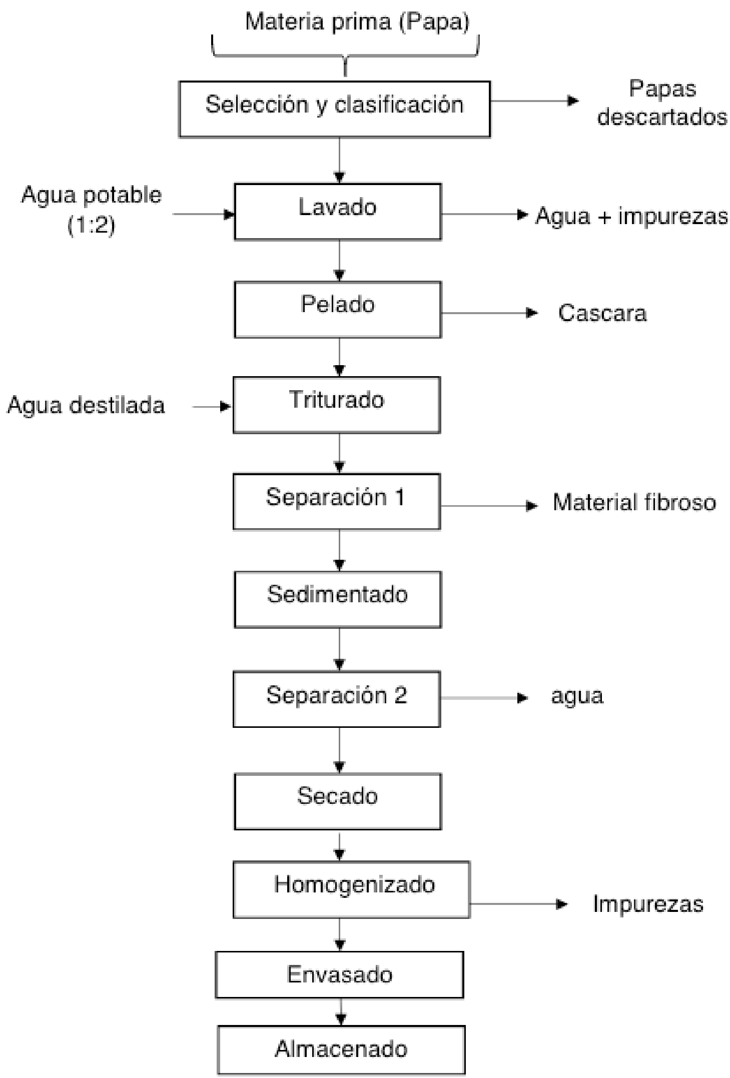


Figura 11. Diagrama de bloques del proceso de extracción de almidón

Selección y clasificación: se inició con la selección de la papa variedad tumbay, serranita, canchán y huayro, descartando las que tengan daños físicos y mecánicos; y obteniendo las papas seleccionadas y clasificadas.

Lavado: Las papas fueron lavadas en forma manual para retirar impurezas y partículas extrañas del tubérculo.

Pelado: se retiró la cáscara de los tubérculos con un cuchillo, evitando retirar la pulpa del tubérculo.

Triturado: después del lavado, las papas fueron trituradas por medio de un rallador

para liberar los gránulos de almidón y se depositan en agua destilada formando una solución homogénea y opaca.

Separación 1: en esta etapa se realiza la separación del material fibroso de la solución que contiene los gránulos de almidón, obteniendo una solución con dos fases una liquida sobrenadante cristalina y un sólido precipitado homogéneo blanco.

Sedimentado: la solución antes obtenida se dejó sedimentar por 24 horas.

Separación 2: se separó el líquido de la solución que contenía, el agua del almidón por decantación. El residuo obtenido se lavó varias veces con agua destilada para retirar todo el almidón, hasta que el efluente sea cristalino, obteniéndose una pasta blanca con aproximadamente 70 % de humedad.

Secado. el almidón resultante se distribuyó homogéneamente sobre bandejas dispuestas al sol para su secado.

Homogenizado: una vez seco el almidón, se procedió a homogenizarlo mediante un molino de fricción para tener un tamaño uniforme de las partículas del almidón, y descartar algunas impurezas y facilitar su uso.

Envasado: el almidón homogenizado se procedió a envasarlo en recipientes de polietileno.

Almacenamiento: los envases con almidón se almacenaron en un ambiente seco a temperatura adecuada no mayor a 18 °C.

Determinación de los componentes macronutricionales

a. Determinación de humedad

Se siguió el procedimiento propuesto por Contreras, (2017). Se separaron los tubérculos de papa de cada una de las variedades, luego se cortaron en dos partes de tamaño similar (diametralmente), con una de las partes se determinó la humedad por secado en estufa a 105 °C por tres horas. El ensayo se realizó por triplicado.

$$\text{Humedad } (\%) = \frac{Pi - Pf}{Pi} * 100 \qquad \text{(Ec. 03)}$$

P_i = masa inicial de la muestra.

P_f = masa final después del secado de la muestra.

b. Determinación de proteínas.

Para este análisis se procedió a utilizar el método oficial 2001.11 AOAC (2001).

Procedimiento

Se pesó 0.5 g de muestra y se colocaron en un frasco digestor. Luego se añadieron 8 mL de ácido sulfúrico concentrado y posteriormente 0,20 g de catalizador sulfato de potasio más sulfato de cobre (K_2SO_4+$CuSO_4$).

La muestra se colocó en una cabina de extracción para realizar la digestión, este proceso duró hasta cuando la solución tomó un color verde manzana transparente. Posteriormente se dejó enfriar, y se le adicionaron 150 mL de agua aproximadamente, 14 mL de hidróxido de sodio al 50 % y se destiló por 40 minutos.

El destilado se recogió en 6 mL de ácido bórico al 4% el cual tenía una solución indicadora mixta (rojo de metilo-azul de metileno). Una vez terminada la destilación, se valoró la solución con ácido sulfúrico 0.02 N. Los resultados se expresaron en % de Nitrógeno mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de proteínas} = \frac{V \times N \times 6.25}{\text{g de muestras}} \qquad \text{(Ec. 04)}$$

Dónde:

V: Volumen de ácido sulfúrico gastado en la valoración.

N: Normalidad del ácido.

% proteína = %N x factor.

Factor: 6.25

c. Determinación de grasa

Para la determinación de grasa se tomó como base el Método Oficial 2003.06 de la AOAC (2006). Se lavaron los vasos del equipo y se secaron en una estufa a 102 °C durante 3 h. Luego se enfriaron en un desecador y posteriormente se pesaron. En los dedales de celulosa se pesaron 5 g de cada muestra y en los vasos secos se colocaron 50 ml de hexano. Luego, tanto los dedales como los vasos se ubicaron en el equipo VELP Cientifica Solvent Extractor (Soxhlet) y se inició el primer ciclo de extracción de grasa. Este proceso se mantuvo durante 4 h a 160 °C. Una vez terminado este tiempo se inició el segundo ciclo de recuperación de hexano durante 30 min. Luego, los vasos se colocaron en la estufa a 60 °C para su secado y posterior enfriamiento en un desecador. Finalmente se pesaron los vasos. Las muestras desengrasadas de los dedales se recogieron para su posterior análisis de fibra. El porcentaje de grasa se calculó con la siguiente relación.

$$\% \text{ Grasa}=\frac{F-T}{S}x100 \qquad \text{(Ec. 05)}$$

Donde:

F = Masa del vaso con grasa en gramos

T = Masa del vaso vacío en gramos

S = Masa de la muestra en gramos.

d. Determinación de cenizas.

Se utilizó la metodología de la AOAC (Asociación de químicos analíticos oficiales) 1997.

Procedimiento

- Se pesó con exactitud en una balanza analítica 2 g de muestra en una cápsula de porcelana previamente tarada.
- Se llevó a una mufla a 300ºC aproximadamente, la muestra se calcinó completamente aumentando la temperatura hasta 550 ºC por 4 horas.
- Transcurrido este tiempo, se apagó la mufla y se esperó a que la temperatura baje hasta 120ºC aproximadamente.
- Entonces se retiró el crisol con el residuo (cenizas) y se colocó en un desecador.
- Por último, al cabo de por lo menos 40 minutos el crisol alcanza la temperatura ambiental, y se determinó el peso de las cenizas en una balanza analítica.
- Los resultados se expresaron en % de cenizas mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{P1-P2}{\text{Pm}}\ x\ 100 \qquad \text{(Ec. 06)}$$

Dónde:

P1: Peso en gramos del crisol con cenizas.

P2: Peso en gramos del crisol vacío.

Pm: Peso en gramos de la muestra

e. Determinación de fibra cruda.

Para este análisis se efectuó a través de la metodología de la AOAC (Asociación de químicos analíticos oficiales) (1997). utilizando el equipo Velp Cientifica Raw fiber extractor (Kjeldahl).

Procedimiento

Se lavó y se secó los vasos del equipo a 102 °C durante 2 h. Luego se pesó 1 g de muestra en cada vaso y se colocó en el equipo. A continuación, se añadieron 150mL de

H_2SO_4 al 1,25 % en cada columna y se llevó a ebullición durante 30 min. Una vez terminado el tiempo, se conectó el vacío y se lavó tres veces cada vaso con agua destilada hirviendo. Seguidamente, se añadieron 150 mL de NaOH al 1,25 % en cada columna, se llevó a ebullición durante 30 minutos y de igual forma se lavó tres veces cada vaso con agua destilada hirviendo.

A continuación, se realizó un último lavado con agua destilada fría. Luego se retiró los vasos y se los llevó a la estufa a 105 °C durante 1 h. después se colocaron los vasos en un desecador y una vez fríos se los pesó. En este punto se obtuvo el peso de los vasos más la fibra y cenizas.

Finalmente, para determinar las cenizas se llevaron los vasos a un horno mufla a 550 °C durante 8 h, luego se enfriaron en un desecador y se pesaron. Así, se obtuvo el peso de los vasos más las cenizas.

$$\% \text{ FC} = \frac{\text{P1 - P2}}{\text{Pm}} x\ 100 \qquad \text{(Ec. 07)}$$

Dónde:

FC: Fibra cruda

P1: Peso en gramos del crisol calcinado.

P2: Peso en gramos del crisol vacío.

Pm: Peso en gramos de la muestra

f. Determinación de carbohidratos

Según Pérez et al. (2013), una vez obtenidos los valores de proteínas, humedad, grasa, cenizas y fibra cruda se calculó el contenido de carbohidratos por diferencia de dichos componentes, utilizándose la siguiente relación

$$\% \, Carbohidrato = (100 - (P + H + G + C + F)) \qquad \text{(Ec. 08)}$$

Dónde: P: proteínas; H: humedad; G: grasa; C: ceniza y F: fibra cruda

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Diseño experimental

Para la presente investigación se empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA), considerándose de esta manera solo dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error

aleatorio.

Tratamientos	Variedad de papa	Características				
		Físicas		Químicas		
		Materia seca	Gravedad especifica	azucares reductores	Rendimiento de extracción de almidón	Componentes macronutricionales
T1	TY	MS_1	GE_1	AR_1	AL_1	CM_1
T2	SN	MS_2	GE_2	AR_2	AL_2	CM_2
T3	CN	MS_3	GE_3	AR_3	AL_3	CM_3
T4	HR	MS_4	GE_4	AR_4	AL_4	CM_4

Tabla 7. Diseño experimental de las variables

Los análisis experimentales de cada muestra o tratamiento se desarrollaron por triplicado, para el análisis de los datos se aplicó la prueba de normalidad estadística, posterior análisis de ANOVA y para la comparación de la media de los tratamientos se aplicó un estadístico de prueba de rango múltiple LSD, con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

a. Análisis Estadístico y ANOVA para diseño completos al Azar

De acuerdo a la formulación de los objetivos, el diseño metodológico es experimental – longitudinal – descriptivo para lo cual se desarrolló las siguientes pruebas estadísticas:

El análisis de varianza (ANOVA) es la técnica central en el análisis de datos experimentales. La idea general de esta técnica es separar la variación total en las partes con las que contribuye cada fuente de variación en el experimento (Gutiérrez et al., 2012). En este caso del DCA se separan la variabilidad debida a los tratamientos y la debida al error. Cuando la primera predomina “claramente” sobre la segunda, es cuando se concluye que los tratamientos tienen efecto o, dicho de otra manera, las medias son diferentes. Cuando los tratamientos no dominan contribuyen igual o menos que el error, por lo que se concluye que las medias son iguales.

El objetivo del Análisis de varianza en DCA es probar la hipótesis de igualdad de los tratamientos con respecto a la media de la correspondiente variable de respuesta.

Es importante resaltar que el ANOVA supone que la variable de respuesta se distribuye normal, con varianza constante (los tratamientos tienen varianza similar) y que las mediciones son independientes entre sí. Estos supuestos deben verificarse con las hipótesis para estar más seguros de las conclusiones obtenidas, de la siguiente manera.

$$HO: \mu_A = \mu_B = \mu_C = \mu_D = \mu_N$$

$$HA: \mu i \neq \mu j \ para\ algún\ i \neq j$$

A continuación, las siguientes hipótesis son para las dos fuentes de variabilidad lo que son los tratamientos y el error aleatorio.

Hipótesis nula - H_0: las cuatro variedades de papa estudiadas poseen igual característica física y química son iguales. Es decir, no existen diferencias estadísticamente significativas. Por tanto, los tratamientos son iguales.

$$\mu_i = \mu_j = \mu_k = \mu_L$$

Hipótesis alterna - H_a: las cuatro variedades de papa estudiadas poseen diferencias con respecto a las características físicas y químicas son diferentes. Es decir, existen diferencias estadísticamente significativas o al menos uno de los tratamientos es diferente. Por tanto, los tratamientos son diferentes.

$$\mu_i \neq \mu_j \neq \mu_k \neq \mu_L \text{ para algún i, j k y l (tratamientos)}$$

Nivel de significancia (α): Para el caso de comparaciones de las hipótesis estadísticas antes mencionadas se tiene la prueba de criterio de α =0.05. Por tanto, H_o acepta cuando $P_{valor} > 0{,}05$ y rechazo cuando $p_{valor} < 0{,}05$

b. Análisis del DCA (Diseño completamente al azar)

El modelo estadístico para este diseño está dado por:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + £_{ij}$$

Donde μ es el parámetro de escala común a todos los tratamientos, llamado media global, ti es un parámetro que mide el efecto del tratamiento i, medición que corresponde al tratamiento i, $£ij$ es el error atribuible a la medición, Yij Este modelo implica que en el diseño completamente al azar actuarían a lo más dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio. La media global μ de la variable de respuesta no se considera una fuente de variabilidad por ser una constante común a todos los tratamientos, que hace las veces de punto de referencia con respecto al cual se comparan las respuestas medias de los tratamientos. Si la respuesta media de un tratamiento particular μ es “muy diferente” de la respuesta media global, es un síntoma de que existe un efecto de dicho tratamiento (Gutiérrez et al., 2012). Asimismo, en la tabla 8 se detalla la relación estadística con las que se procesaron los datos empleando softwares estadística.

F.V	Suma de Cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	F_o	Valor – p
Tratamientos	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^{K} \frac{Y_{i.}^2}{n_1} - \frac{Y_{..}^2}{N}$	$k-1$	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{K-1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	$P(F > F_{0)}$
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	$N-k$	$CM_E = \frac{SC_E}{N-K}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^{K} \sum_{j=1}^{n_1} Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$	$N-1$			

Tabla 8. ANOVA para el DCA.

Fuente: Gutiérrez et al., 2012.

c. Comparaciones o pruebas de rango múltiples

Posterior al análisis de varianza (ANOVA) y rechazada la hipótesis nula, se realizó una comparación múltiple utilizando el método de LSD (diferencia minina significativa). Esta comparación consiste en comparar dos o más medias muestrales para considerar, si los tratamientos correspondientes son significativamente diferentes o no (Gutiérrez et al., 2012).

Comparación de parejas de medias de tratamientos

Cuando no se rechaza la hipótesis nula *Ho*: $\mu i = \mu j$ ……. $\mu k = \mu$, el objetivo del análisis está cubierta y la conclusión es que los tratamientos no son diferentes. Si por el contrario se rechaza (*Ho*), y por consiguiente se acepta la hipótesis alternativa *Ha*: $\mu i \neq \mu j$ para algún $i \neq j$, será necesario investigar cuales tratamientos resultaron diferentes, o cuales provocan la diferencia.

d. Método LSD (diferencia mínima significativa)

Una vez se rechazó en el ANOVA, el problema es probar la igualdad de todos los posibles pares de medias con la hipótesis:

Para $\boldsymbol{H_o}$: $\boldsymbol{\mu_i = \mu_j}$ y $\boldsymbol{H_A}$: $\boldsymbol{\mu_i \neq \mu_j}$

Para todo i ≠ j para K tratamientos se tiene n total de pares de media, se calcula con

la siguiente formula:

$$\frac{K\ (K-1)}{2}$$

Se rechaza la *Ho*: $\mu i = \mu j$ si ocurre que:

$$|\boldsymbol{Yi} - \boldsymbol{Yj}| > \boldsymbol{t}_{\alpha/2\,N-k} \sqrt{CME\,\frac{1}{ni} + \frac{1}{nj}} = \boldsymbol{LSD}$$

Donde el valor de $t_{\alpha/2,\,N-k}$ se lee en la tabla de distribución de T student con N- k grado de libertad que corresponden al error, el CME es el cuadrado medio del error que se obtiene de la tabla de ANOVA, y n_i y n_j son el número de observaciones para los tratamientos i y j, respectivamente. Así, cada diferencia de medias muéstrales en valor absoluto que sea mayor que el número LSD se declara significativa. Si el diseño es balanceado, es decir si y $n_1 = n_2$ …… = nk = n, la diferencia significativa se reduce a:

$$\mathrm{LSD} = t_{\alpha/2,\,N-k} \frac{\sqrt{2\mathrm{CME}}}{\mathrm{n}}$$

Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

El análisis estadístico de los resultados, se realizó al 95% de un nivel de confianza, utilizando el software estadístico Statgraphics centurión XVI.I y software especializado Statistical Package for the Social Science (SPSS) versión 22.0

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE CUATRO VARIEDADES DE PAPA

Contenido de materia seca

En la Tabla 9, se observan los resultados de materia seca expresadas en porcentaje (p/p) de cuatro variedades de papa: Tumbay, serranita, canchán y huayro

Muestras de Papa	Materia seca (%)				
	$\bar{x}$	±	S	C.V.	Valor-P
T1	28,57[c]	±	0,56	1,96%	0,000
T2	25,47[a]	±	0,45	1,77%	
T3	24,60[ab]	±	0,57	2,32%	
T4	23,97[b]	±	0,52	2,18%	

Tabla 9. Materia seca de cuatro variedades de papa

Nota. Donde $\bar{x}$ es la media, S es la desviación estándar y CV es el coeficiente de variación. Las letras iguales indican que no hay diferencia significativa. T1: Tumbay; T2: Serranita; T3: Canchán; T4: Huayro.

Se realizó el análisis de varianza para materia seca (Anexo 1), en el que se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($p< 0.05$). y para identificarlas dichas diferencias, se procedió a analizar la comparación de la media de los tratamientos mediante el test LSD que, en detalle, se identificó que la variedad de papa tumbay y huayro son diferentes en materia seca; lo mismo ocurre que la variedad serranita es distinta que la variedad huayro. Este hecho se puede evidenciar en el diagrama de medias Figura 12; donde T1 y T4 no se superponen o traslapan, es decir, estadísticamente son diferentes en cuanto a sus medias, lo mismo ocurre entre T2 y T4. mientras las comparaciones T3 y T4 se superponen o traslapan. Esto nos demuestra que la cantidad de materia seca varían y alcanzan valores entre 23,97% - 28,57% respectivamente.

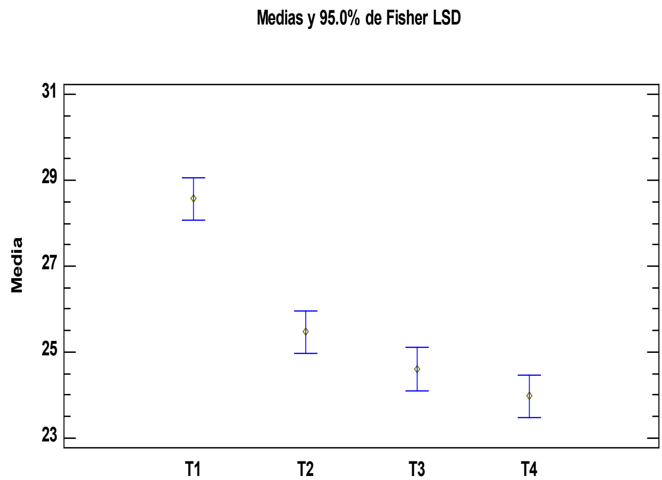


Figura 12. Diagrama de medias para materia seca

La importancia de estudiar el contenido de materia seca en los tubérculos, es debido a que influyen directamente en el rendimiento de las papas procesadas con aptitud para la fritura (Silveira et al., 2020). En general se consideran aceptable un contenido de materia seca mayor a 20% (Yang et al., 2016). Los tubérculos que se ajusten a este criterio producen un buen rendimiento de papas fritas que absorben menos aceite y tienen mejor textura; en cambio, los valores más bajos indican una calidad inaceptable para la mayoría de propósitos de procesamiento o de fritura (CIP, 2010). En la presente investigación, tal y como se aprecia en la tabla 9 los valores encontrados de materia seca de la papa variedad tumbay, serranita, canchán y huayro tienen valores superiores de la cantidad mínima requerida, más aún la variedad tumbay alcanza a 28,57%; y, por tanto, califica apto para la industria en frituras.

A efectos comparativos con otras variedades de papa y procedencia diferente a nuestro estudio, se tiene, que la papa MNF-80 de origen holandés contiene sólidos totales de 23,1 % y la variedad Floresta con 15,9% (Hasbún et al., 2009). Por su parte, Obregón y Repo (2013). Para la papa variedad amarilla runtus, huayro, peruanita y huamantanga, procedentes de la provincia de Huancayo en Perú, lograron determinar el contenido de materia seca entre 22,98% a 31,80%. Asimismo, los informes de INDECOPI, (2010), reporta valores de materia seca, para variedad canchán 22 %; Yungay tiene 26 %; Peruanita posee 30 % y Huayro tiene 28 %. Entretanto, Contreras (2017), determinó materia seca para las variedades Yungay, Perricholi, Canchán, Huayro, Peruanita valores promedios de 22,37 %; 22,48 %; 21,45%; 26,26% y 27,07 respectivamente. Asimismo, las nuevas variedades desarrolladas por el Instituto Nacional de Innovación Agraria - Perú, como la variedad

venturana posee 22,40%, la variedad Roja Ayacuchana 19,90 %; tocasina entre 23,9 a 25,8% de esta variedad tiene uso industrial para fritura en hojuelas y bastones. wankita tiene 20,7 % y puneñita posse 20,6% (INIA , 2014). De esta manera, la papa cultivas en Andahuaylas denotan mayor porcentaje en comparación con las variedades en referidas a nivel nacional (23,97 - 28,57). Excepto la variedad huayro producida en la provincia de Huancayo posee una materia seca de 28 %, que supera en 4,03 % frente a la producción en Andahuaylas. En cuanto a los cultivares de papa en el extranjero, precisamente en Venezuela, la variedad andinita, única y Fripapa INIA poseen una materia seca de 16,7%; 15.80% y 18.2 % respectivamente (González et al., 2019), tales valores demuestran inferiores que los cultivos de papa en Andahuaylas. En consecuencia, las variedades estudiadas en esta investigación poseen una ventaja comparativa (>20%). ya que las papas con mayor porcentaje de materia seca producen alto rendimiento del producto procesado y una mejor calidad (Silveira et al., 2020). Este atributo lo define apta a la papa procedente de la provincia de Andahuaylas para fines culinaria en fritura.

Gravedad específica (GE)

La gravedad específica, es otro de los elementos fundamentales a tener en cuenta a efectos de desarrollo de nuevos alimentos al momento de su procesamiento en fritura (Silveira et al., 2020). Y que a su vez está condicionada por numerosos factores: composición química y tamaño de los gránulos de almidón, composición del líquido intercelular del parénquima y de la masa de agua en este espacio y en el interior del tejido; de la subsanación de la piel, del grado de deshidratación del parénquima, entre otros (Ordóñez et al., 1981; citado por contreras 2017). En la tabla 10 se precisa los valores encontrados de la gravedad especifica de papa de la variedad tumbay, serranita, canchán y huayro producidas en Andahuaylas.

Muestras de Papa	**Gravedad específica** (g/cm^3)				***Valor-P***
	x̄	**±**	**S**	**C.V.**	
T1	1,055[a]	±	0,036	3,44%	0,777
T2	1,077[a]	±	0,039	3,67%	
T3	1,096[a]	±	0,084	7,66%	
T4	1.056[a]		0,050	8,82%	

Tabla 10. Gravedad especifica de cuatro variedades de papa

Nota. Donde x̄ es la media, S es la desviación estándar y CV es el coeficiente de variación. Las letras iguales indican que no hay diferencia significativa. T1: Tumbay; T2: Serranita; T3: Canchán; T4: Huayro.

Según el análisis de varianza efectuado para gravedad específica, no existe diferencia estadísticamente significativa entre la variedad tumbay, serranita, canchán y huayro ($p > 0.05$) (Anexo 2). y, por consiguiente, se deduce que son idénticas y/o similares.

Las investigaciones con respecto a la gravedad específica de los tubérculos de papa reportan, para la variedad canchán 1,115 g/cm^3; Perricholi de 1.089; Yungay 1,091; Peruanita de 1.108; Huayro de 1,109 (INDECOPI, 2010). Asimismo, la variedad peruanita posee 1,15; Amarilla runtus un 1,11; Huayro de 1,09; Huamantanga un 1,08 g/cm^3 (Obregón y Repo, 2013). Para la variedad INIAP-Fripapa *(Solanum andigenum)* producida en el Ecuador la gravedad específica se encontró 1,10 g/cm^3 (Pazmiño, 2010). Por otra parte, las variedades promisoras MNF-41 (papa de origen holandés y piel roja brillante y lisa) dispone 1,0704; para variedad MNF-72 (papa de origen alemán de cáscara ocre y muy lisa) fue de 1,0708; variedad MNF-80 (papa de origen holandés piel lisa de color ocre) tiene 1,0892 y la variedad Floresta tiene 1,0636 g/cm^3 (Hasbún et al., 2009). De manera similar, Contreras, (2017) en su investigación reportó de cinco variedades de papa (Yungay, Perricholi, Canchán, Huayro, Peruanita) valores promedios de 1,1006; 1,0839; 1,0681; 1,1096; 1,1125 g/cm^3 respectivamente. En cambio, los tubérculos de *Solanum juzepczukii* presentan una gravedad específica promedio de 1.087 a 1.115 g/ cm^3 y las variedades de *Solanum curtilobum* presentan una gravedad específica de 1.096 a 1.120 g/cm^3 (Alcon & Bonifacio, 2020). Los valores encontrados para GE de las diferentes variedades de papa antes discretas, son relativamente superiores a los valores obtenidos en el presente estudio (1,055 – 1,096 g/cm^3). En general, se consideran aceptable el valor de gravedad específica de 1.080 o mayor (CIP, 2010; Silveira et al., 2020). Asimismo, Martínez (2009) indica que los tubérculos con gravedad específica mayor a 1.085 g/cm^3 permiten obtener un buen rendimiento de hojuelas con un menor contenido de aceite además de mejor textura y color. En tanto, Palacios et al. (2008) mencionan que las papas para ser procesadas en chips son recomendables aquellas con valores de gravedad específica superiores a 1.090 g/cm^3, empero la gravedad especifica de una misma variedad puede variar por el tipo de suelo y según el tamaño del tubérculo (Alcon & Bonifacio, 2020). Frente a las consideraciones anteriores, las variedades estudiadas en la presente investigación son relativamente inferiores al optimo requerido para el procesamiento en fritura, excepto la variedad canchán (1.096 g/cm^3). De modo que, las tres variedades de papa en este estudio precisan para usos distintos a la de papas fritas.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Azúcares reductores

los azúcares reductores son precursores a la formación de acrilamida cuando los alimentos son sometidos a procesos térmicos altos (por encima de 160 °C) (Liyanage et al., 2021), Por tanto, actualmente, los estudios se enfocan principalmente en el control o mitigación de los precursores y las reacciones químicas, como en el caso de papas fritas (Akkurt et al., 2021).

En la tabla 11, se presenta el contenido de azucares reductores de papa de las variedades: Tumbay, serranita, canchán y huayro. Cuyos valores oscilan entre 0 – 1 g/100g de muestra, este análisis se efectuó en el laboratorio de calidad total de la Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima-Perú.

Muestras de Papa	Azúcares reductores (g/100 g de muestra)				
	x̄	**±**	**S**	**C.V.**	**Valor-P**
T1	0,0[a]	±	0	0%	
T2	0,0[a]	±	0	0%	0,000
T3	1,0[b]	±	0	0%	
T4	0,0[a]	±	0	0%	

Tabla 11. Azucares reductores de cuatro variedades de papa

Nota. Donde x̄ es la media, S es la desviación estándar y CV es el coeficiente de variación. Las letras iguales indican que no hay diferencia significativa. T1: Tumbay; T2: Serranita; T3: Canchán; T4: Huayro.

Al efectuar el análisis de varianza para azucares reductores, se evidencia una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos ($p<0.05$) (Anexo 3). y, por lo tanto, la prueba de hipótesis nula es rechazada; y, por consiguiente, fue necesario evaluar la comparación de la media de los tratamientos (muestras de cuatro variedades papa) a través del método LSD, en el que se identifica una diferencia estadística significativa entre T3 con la T1, T2 y T4. Este hecho se puede evidenciar en el diagrama de medias (Figura 13). Esto nos demuestra el contenido de azucares reductores entre la variedad canchán en comparación con el resto de las muestras son estadísticamente diferentes.

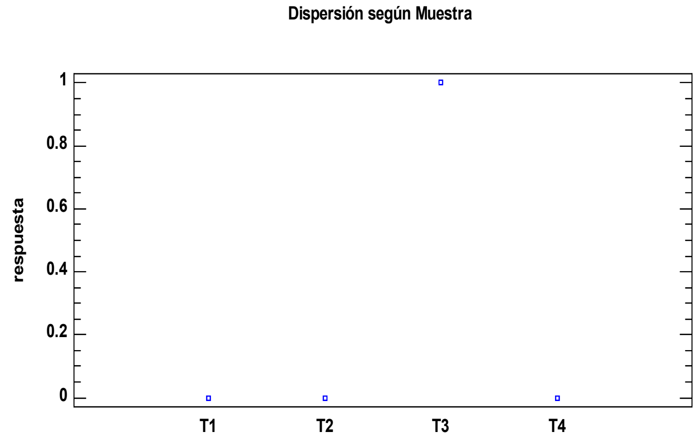


Figura 13. Diagrama de medias para azucares reductores

Las investigaciones sobre la determinación de azucares reductores reportan para variedad peruanita 0,50 %; Amarilla runtus 0,51 %; Huayro 0,37 %; Huamantanga 0,38 % (Obregón y Repo, 2013); para las variedades MNF-41 y MNF-72 presentaron 1,142 y 1,384%, respectivamente. En cambio, para la variedad promisorias de MNF-80 presentó 0,076 % (Hasbún et al., 2009). Por otro lado, Cerón et al., (2018) reportaron valores entre 0,88 – 3,8% de azúcar reductor en 21 genotipos de papa criolla procedentes de Colombia. En el estudio nuestro, la variedad canchán tiene 1%; mientras las variedades serranita, tumbay y huayro no presentaron niveles de azúcares reductores.

Cabe destacar, así como se ha detallado en el capítulo I. El contenido de azúcares reductores, glucosa y fructosa puede variar desde cantidades muy pequeñas (trazas) hasta un 10,0 % del peso seco total del tubérculo (Moreno, 2003). Por tanto, a estos tubérculos pueden destinar a procesos industriales distintos a la fritura a fin de diversificar su consumo, porque los tubérculos que se destinan para la fritura deben ser de bajos niveles de azucares reductores (≤ 250 mg/100 g) (Silveira et al., 2020); pues, el exceso de contenido de azúcar reductor (límite aceptable de 1 a 3 g/kg de peso fresco) da como resultado el oscurecimiento de las papas fritas y la formación de un compuesto cancerígeno “acrilamida” (Kedia et al., 2022). Por esas razones, los tubérculos destinados a frituras deben ser bajos en azúcares reductores y altos en materia seca, de esta forma se evitan colores y sabores desagradables (alteración de sus atributos sensoriales) e incluso se economiza el aceite al freír (Navas, 2015). En ese sentido, tomando en cuenta las consideraciones acerca de los niveles de azúcares reductores de materia prima para la fritura, la mayoria de las variedades de papa antes descritas no son apropiadas para dicho proceso, sino mas bien se destinaria para otros usos alimentarios. No obstante, la variedad serranita, tumbay y huayro procedentes

de la provincia de Andahuaylas, Perú, cumple con los parámetros requeridos, si el objetivo del procesamiento industrial de la papa es fritura.

Rendimiento de extracción del almidón de papa

El componente más importante de la papa es el almidón, debido a la importancia por el múltiple uso que le da, tanto en los procesos alimentarios y no alimentarios (como componente de materiales termoplásticos y empaques biodegradables) (Lizarazo et al., 2015). Y cuando se consume, se absorben lentamente en el organismo, sin provocar un aumento excesivo de la glucosa en sangre (Zhang et al., 2022).

En la Tabla 12 se muestra los resultados del rendimiento de extracción del almidón de papa variedad tumbay, serranita, canchán y huayro, cuyos valores oscilan entre 12,6 % a 19,6 %. Y mediante el análisis de varianza los valores reportados muestran una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) (Anexo 4). Es decir, el porcentaje de almidón de papa es diferente para cada variedad estudiada.

Muestras de Papa	Rendimiento de extracción almidón (%)				
	$\bar{x}$	±	S	C.V.	Valor-P
T1	19,6[c]	±	0,006	3,45%	0,000
T2	12,6[a]	±	0,009	7,27%	
T3	17,3[b]	±	0,010	5,86%	
T4	18,2[bc]	±	0,004	2,52%	

Tabla 12. Rendimiento de extracción del almidón en cuatro variedades de papa

Nota. Donde $\bar{x}$ es la media, S es la desviación estándar y CV es el coeficiente de variación. Las letras iguales indican que no hay diferencia significativa. T1: Tumbay; T2: Serranita; T3: Canchán; T4: Huayro.

Asimismo, en la Figura 14, se ilustra el diagrama de medias para el contenido de almidón. La variedad serranita presenta cantidad baja de almidón en comparación de variedad tumbay, canchán y huayro. Estos tres últimos poseen cantidad relativamente similares y es por ello traslapan la gráfica de medias.

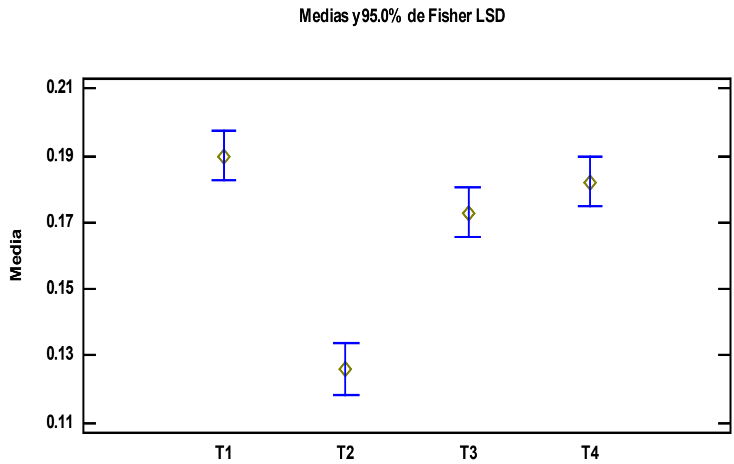


Figura 14. Diagrama de medias para almidón

Estudios afirman que al extraer el almidón, se logra conseguir entre el 65 % y el 80 % del peso seco de la papa. (la papa contiene, por término medio, 22 % de sólidos, oscilando según las variedades y grado de madurez entre 13 % y 37 %) (Primo, 2006). el contenido de almidón de las papas de cinco regiones (Chongqing, Qiqihar, Dingxi, Enshi y Ulanqab) en China, osciló entre 10,28 % y 13,18 %, y no hubo diferencias significativas entre las regiones. El cultivar Chongqing tuvo el mayor contenido de almidón (13,18 %), mientras que el cultivar Ulanqab tuvo el más bajo (10,28 %) (Zhang et al., 2022). Para la variedad Yungay el contenido de almidón fue 16,35 %; variedad Perricholi posee 12,97 %; Canchán de 13,54 %; variedad Huayro posee 18,21 % y variedad Peruanita de 19,05 % (Contreras, 2017) dichos productos fueron procedentes de Huancayo en Perú. Asimismo, encontraron valores promedio de almidón para las variedades Peruanita 23,01 %; Amarilla runtus la cantidad de 26,20 %: Huayro tiene 20,02 % y Huamantanga tiene la cantidad de 17,50 % estas variedades fueron provenientes de Huancayo, Junín. (Obregón & Repo, 2013) Por otra parte, realizaron trabajo de investigación para determinar el almidón para las variedades MNF-41 que encontraron 13,7 % y MNF-72 posee 16,9%, MNF-80 tiene 20,8% y Floresta de 13,4%, las muestras fueron provenientes de San Juan de Chicuá en Costa Rica (Hasbún et al., 2009), Asimismo, Cosme y Mandujano (2009), en su investigación reportaron para la variedades de papa huayro-moro, 14,61 %, para huayro-negro 14,38 %; para peruanita 18,12 %, para runtush 14,30 % y para tumbay 14,46 % respectivamente, muestras que fueron tomadas de Junin, Perú. También para las variedades de capiro determinaron 10.42 %, huayro-moro de 10 % y amarilis-inia de 9.3%, procedentes de Jauja, Perú (Soto & Yantas, 2012). Ahora bien, al contrastar los reportes de los autores

antes descritos con nuestros resultados obtenidos, la variedad tumbay procedente de la provincia de Andahuaylas supera a las muestras procedentes de Junín (tumbay 14,46 %). Con respecto a la variedad canchán la producción en la provincia de Andahuaylas supera en 3,8% frente a otras regiones. En cambio, con la variedad huayro (18,2%) se asemejan nuestros resultados con las muestras procedentes de Huancayo, pero superior a las muestras procedentes de la provincia de jauja en Perú. Respecto a la variedad de serranita aún no se reportan información por otros autores. Los altos contenidos de almidón y materia seca encontrados las clasifican como tubérculos de alta calidad culinaria, siendo adaptables para la fabricación de productos deshidratados o fritos (Obregón & Repo, 2013), y para otros aprovechamientos industriales.

Componentes macronutricionales

Las propiedades químicas como proteínas, lípidos, fibra cruda, ceniza y carbohidratos se determinaron mediante un análisis proximal, los cuales fueron determinadas en el laboratorio de ciencias químicas, físicas y matemáticas de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

a. Contenido de humedad

En la Tabla 13, se muestra los resultados del porcentaje de humedad de las cuatro variedades de papa, en ella se aprecia que los valores oscilan de 71.43 a 76.03 %.

Muestras de Papa	Humedad (%)				
	$\bar{x}$	±	S	C.V.	Valor-P
T1	71,43[b]		0,83	1,169%	
T2	74,53[a]	±	0,75	1,006%	0,0149
T3	75,40[a]	±	0,19	0,252%	
T4	76,03[a]	±	2,50	3,298%	

Tabla 13. Contenido de humedad de cuatro variedades de papa

Nota. Donde $\bar{x}$ es la media, S es la desviación estándar y CV es el coeficiente de variación. Las letras iguales indican que no hay diferencia significativa. T1: Tumbay; T2: Serranita; T3: Canchán; T4: Huayro.

Al realizar un análisis de varianza para humedad, se determinó que existe diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) (Anexo 5). y, por tanto, aunque no es necesario evaluar la comparación múltiple de la media de los tratamientos (muestras de cuatro variedades papa). A través del test LSD Fisher, se evidencia en que la humedad de la variedad tumbay es distinto en relación a las tres variedades.

Las variedades comerciales de papa blanca, peruanita y huamantanga disponen

una humedad de 74,5%: 72,1%; y 77,0%, respectivamente (Reyes et al., 2017; Obregón y Repo, 2013). Del mismo modo, el porcentaje de humedad de la papa Canchán fue de 73.99 %; 75 %; 76.8 % y 78.5 % reportado por (Cueva, 2021; INIA, 2012; Cárdenas, 2012; Chambilla, 2017) respectivamente. Asimismo, Cerón et al., (2018) reportaron el porcentaje de contenido de humedad de otros genotipos de papa entre 72,06 % - 77,07 %. En cambio, la variedad huayro oscila entre 73,7 % a 75,4 % (Obregón y Repo 2013; Contreras, 2017). Dichos reportes en comparación con nuestros resultados se encuentran en el intervalo de límite superior, el cual fue de 75,40 % y 76,03 % de humedad correspondiente a la variedad canchán y huayro, mientras variedad serranita posee 74.53% que tiende al límite menor en comparación a las investigaciones reportadas.

b. Contenido de proteína

La proteína es uno de los componentes de mayor importancia que poseen los alimentos y es imprescindible en la dieta de las personas. en la tabla 14 se aprecia los resultados del contenido de proteína en las variedades de papa tumbay, serranita, canchán y huayro. En ellas poseen de 1,26 hasta 1,92 % respectivamente.

Muestras de Papa	Proteínas (%)				
	x̄	**±**	**S**	**C.V.**	**Valor-P**
T1	1,45[a]	±	0,62	43,03%	0,627
T2	1,52[a]	±	0,82	54,14%	
T3	1,92[a]	±	0,61	32,03%	
T4	1,26[a]	±	0,23	19,65%	

Tabla 14. Contenido de proteínas de cuatro variedades de papa

Nota. Donde x̄ es la media, S es la desviación estándar y CV es el coeficiente de variación. Las letras iguales indican que no hay diferencia significativa. T1: Tumbay; T2: Serranita; T3: Canchán; T4: Huayro.

Mediante el análisis de varianza para proteína, se determinó que no existe ninguna diferencia estadísticamente significativa entre las variedades de papa en referencia ($p > 0,05$) (Anexo 6). y, por tanto, aunque es innecesario evaluar la comparación de la media de los tratamientos (muestras de cuatro variedades de papa), el test LSD, evidencia dicha igual estadística.

Cuando, Zhang et al., (2022) realizo una comparacion sobre el contenido de proteína de las papas producidas en cinco regiones distintas de China, los valores encontrados oscilaron entre 1,21 % y 1,70 %. En general, el cultivar en la región Qiqihar tuvo el mayor contenido de proteína (1,70 %), que fue significativamente más alto que el cultivar en la

región de Chongqing (1,21 %) y el cultivar en la región Ulanqab (1,27 %), de modo que a diferentes lugares geográficas varia el contenido de proteínas en los tubérculos. Cueva (2021), determinó 1,94 % para variedad canchán. Por su parte, Contreras (2017) determino proteína para variedad yunay, perricholi, canchán, huayro y huamantanga valores entre 1,6 %; 1,7 %; 1,8 %; 2,4 % y 2,5 % respectivamente. Lo propio, Obregón y Repo (2013) obtuvieron porcentaje de proteínas para variedades peruanita 2,94 %; amarrilla runtus 2,33 %; Huayru 1,66 % y Huamantanga 2,30 %. Asimismo, Cerón et al., (2018) reportaron el porcentaje de proteína de otros genotipos de papa entre 1,73 % - 2,81 %. Asimismo, Reyes et al. (2017) para la variedad blanca, Huayro y Canchán los contenidos de proteínas fueron 2,1; 1,7 y 2,4 % respectivamente. Ahora bien, al contrastar nuestro resultado con los reportes antes mencionados, el contenido de proteína de variedad huayro producida en Andahuaylas es inferior que la producción en Huancayo. No obstante, la variedad canchán producida en Andahuaylas presentó un contenido de proteínas relativamente superior a otras regiones. La variedad tumbay posee un bajo contenido de proteínas. Las variaciones de proteínas en las muestras de la misma variedad suponen estar influidos por los factores geográficas, ya que las muestras evaluadas en jauja y Huancayo son los que poseen mayor porcentaje de proteínas en las variedades serranita y huayro cultivadas en Andahuaylas.

c. Contenido de grasa

El contenido de grasa en los tejidos de los tubérculos cumple una función tecnológica en los procesos de transformación alimentaria, ya que aumenta significativamente cuando se fríen en aceite; lo que en una parte es favorable para optimizar el uso de aceite en la fritura, pero puede ser contraproducente en la salud de las personas (Murniece et al., 2011). El contenido de grasa en las muestras de papa variedad serranita, canchán y huayro se registran en la Tabla 15. Dicho resultado oscila de 0,29 a 0,40 %

Muestras de Papa	**Grasa (%)**				
	x̄	**±**	**S**	**C.V.**	**Valor-P**
T1	0,34[a]	±	0,03	8,81%	
T2	0,29[a]	±	0,08	28,23%	
T3	0,40[a]	±	0,09	22,22%	0,464
T4	0,37[a]	±	0,11	31,17%	

Tabla 15. Contenido de grasa de cuatro variedades de papa

Nota. Donde x̄ es la media, S es la desviación estándar y CV es el coeficiente de variación. Las letras iguales indican que no hay diferencia significativa. T1: Tumbay; T2: Serranita; T3: Canchán; T4: Huayro.

El análisis de varianza para grasa, se evidencia en que no existe alguna diferencia estadísticamente significativa (p> 0,05) (Anexo 7). Y, por lo tanto, las cuatro variedades de papa estudiadas poseen similar contenido de grasa. Los reportes de Reyes et al. (2017), exponen contenido de grasa para papa blanca, huayro y canchán valores de 0,39; 0,53 y 0,44 % respectivamente. No obstante, Contreras (2017) determino 0,1% para variedad canchán y 0,1% para huayro. Lo mismo, Obregón y Repo (2013) reporta 0,09 para papa huayro. Cueva (2021) determinó 0.209 % para canchán. En cambio. Chambilla, (2017), reportó 0.06 de grasa para la misma variedad. Por otra parte. Isique & Sing, (2017) reporta 0,23 % para serranita, que, en concreto, fue relativamente similar al valor obtenido en el presente estudio. Los contenidos de grasa de 13 genotipos de papa en Colombia fueron determinados de 0.1 g/100 g a 0,8 g/100 g de NC-10 y NC-15 (codificaciones experimentales), y que posteriormente destinaron para la fritura (Narváez-Cuenca et al., 2018). La contribución de los contenidos de grasa encontrados en nuestro estudio se asemeja con los reportes de las investigaciones descritas, por tanto, recomendable para uso en la industria de papas fritas.

d. Contenido de Cenizas

La cantidad de cenizas de los productos alimentarios se relaciona con el contenido de minerales, las cuales están compuestas principalmente por calcio, magnesio, potasio, sodio, hierro y fósforo. En la Tabla 16, se muestran los resultados de ceniza en las muestras de papa variedad tumbay, serranita, canchán y huayro. Dicho resultado oscila de 1,06 % a 1,16 % respectivamente.

Muestras de Papa	**Ceniza (%)**				
	$\bar{x}$	**±**	**S**	**C.V.**	**Valor-P**
T1	1,06[a]	±	0,40	37,62%	
T2	1,12[a]	±	0,28	25,43%	
T3	1,16[a]	±	0,20	17,47%	0,974
T4	1,08[a]	±	0,13	12,86%	

Tabla 16. Contenido de cenizas de cuatro variedades de papa

Nota. Donde $\bar{x}$ es la media, S es la desviación estándar y CV es el coeficiente de variación. Las letras iguales indican que no hay diferencia significativa. T1: Tumbay; T2: Serranita; T3: Canchán; T4: Huayro.

Al efectuar el análisis de varianza para ceniza (Anexo 8), se determinó que no existe diferencia estadística entre los resultados de los tratamientos para ceniza ($p > 0,05$), aunque cuantitativamente es diferente de una variedad a otra, pero no representa una

diferencia significativa.

En cuanto al contenido de cenizas, las investigaciones reportaron para el caso de la variedad canchán 0,786 % - 0,98 % de ceniza (Cueva, 2021; Obregón et al., 2013) esta muestra fue provista de Jauja. Por su parte, Obregón y Repo, (2013) reportaron para la variedad Huayro 0,89 % de ceniza. En tanto, para la variedad Huayro y canchán procedente de Huancayo la ceniza fue 1,2% y 0,7%; y en otra variedad como en la peruanita determinaron 1,3 % de ceniza que es muy similar a la variedad tumbay (Contreras, 2017). Para la variedad serranita el valor encontrado fue de 2,43 % en base seca (Isique y Sing, 2017). De acuerdo a la tabla 16, para la variedad serranita el valor determinado de ceniza fue 1,12 %, para variedad canchán fue 1,16 % y para huayro fue 1,08 % y para tumbay fue 1,06 % (base húmeda). Este resultado expone valores relativamente superiores en contraste a los autores antes descritos. De esta manera, se evidencia que las cuatro variedades de papa producidas en Andahuaylas poseen valores superiores en contenido de minerales (siendo el potasio, calcio, hierro y fósforo los de mayor significancia nutricional) ya que están asociados con la ceniza.

e. Contenido de fibra

En la Tabla 17, se muestra los resultados del porcentaje de fibra de las cuatro variedades de papa, en ella se aprecia que los valores oscilan de 0,75 a 0.80 % respectivamente.

Muestras de Papa	Fibra (%)				
	$\bar{x}$	±	S	C.V.	Valor-P
T1	0,88[a]	±	0,026	3,03%	
T2	0,75[a]	±	0,071	9,33%	
T3	0,78[a]	±	0,095	12,23%	0,634
T4	0,80[a]	±	0,218	27,24%	

Tabla 17. Contenido de fibra de cuatro variedades de papa

Nota. Donde $\bar{x}$ es la media, S es la desviación estándar y CV es el coeficiente de variación. Las letras iguales indican que no hay diferencia significativa. T1: Tumbay; T2: Serranita; T3: Canchán; T4: Huayro.

Al examinar el análisis de varianza para fibra, se demostró que no existe ninguna diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$). Lo mismo se detalla mediante la comparación de las medias de los tratamientos en el Anexo 9.

Los resultados de contenido de fibra cruda, en la variedad tumbay se encontró 0,88 %; serranita fue de 0,75 %; canchán fue de 0,78 % y huayro fue de 0,80 %. Cueva,

(2021) para la variedad canchán determinó 0,46 %. En tanto, para la variedad Huayro el valor encontrado fue de 0,6 %, para canchán fue 0,5 %, estas variedades son procedente de Huancayo (Contreras, 2017). Por su parte, Obregón y Repo, (2013) para la variedad Huayro el valor que determinó fue de 0,44 %. Si bien, la Fibra cruda incluye la suberina y la lignina, que constituyen aproximadamente el uno por ciento del peso seco del tubérculo, los cuales varían según el índice de madurez del producto (González et al., 2019), y por las sustancias pépticas que se hallan entre 0,7 y 1,5 por ciento del peso seco de la papa (Garcia, 2018). Entonces, aparte de los factores geográficos, el índice de madurez y de otros agentes suponen dicha variabilidad del contenido de fibra de las distintas variedades de papa. Aunque en el presente estudio, el contenido de fibra fue relativamente superiores a los reportes de los autores antes descritos.

f. Contenido de Carbohidrato

En la Tabla 18, se muestra los resultados del porcentaje de carbohidratos de las cuatro variedades de papa, en ella se registra que los valores oscilan de 21,12% a 22,54%. Según este reporte a priori se podría suponer que son diferentes.

Muestras de Papa	Carbohidratos (%)				
	$\bar{x}$	±	S	C.V.	Valor-P
T1	25,70[b]		0,07	0,30%	
T2	22,54[a]	±	0,15	6,52%	0,012
T3	21,12[a]	±	0,16	7,55%	
T4	21,25[a]	±	0,17	8,03%	

Tabla 18. Contenido de carbohidratos de cuatro variedades de papa

Nota. Donde $\bar{x}$ es la media, S es la desviación estándar y CV es el coeficiente de variación. Las letras iguales indican que no hay diferencia significativa. T1: Tumbay; T2: Serranita; T3: Canchán; T4: Huayro.

Luego de verificar el análisis de varianza para carbohidratos, se determinó una diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) entre las variedades de papa estudiadas. Ahora bien, al detallar dicha diferencia estadística mediante el test LSD (Anexo 10), se demuestra que la variedad tumbay se difiere significativamente frente a las variedades de papa serranita, canchán y huayro. En un contexto generalizada, los genotipos de papas nativas oscilan entre 51,31 a 147,20 % de carbohidratos (en base seca) (Reyes et al., 2017), y para la variedad canchán determinaron entre 18,4 y 22,60 % en base húmeda (Contreras, 2017 y Cueva, 2021). En tanto, en papa blanca y canchán determinaron 87,45 % y 84,51 % (en base seca) (INIA, 2012). para la variedad huayro entre 21,52 y 22,0 %

(Obregón y Repo, 2013; Contreras, 2017). También por su parte, Isique y Sing (2017) para la variedad Serranita, determinó 82.73 % en base seca. En cambio, para genotipos de papa criolla en Colombia reportaron de 53,6 % a 79,3 % de las muestras codificadas (CCC-83) y (CCC-76) respectivamente (Narváez-Cuenca et al., 2018). Tal y como se evidencia, la diferencia de los valores encontrados, principalmente radica en las condiciones en la que las muestras fueron analizadas. Sin embargo, en el caso de la variedad canchán se asemejan con nuestros resultados. Por lo tanto, los valores encontrados en los tubérculos producidas en Andahuaylas estuvieron dentro de los reportados con otros cultivares comerciales de papa, lo que traduce apta para procesos industriales tanto para la fritura y otros usos tecnológicos.

CONCLUSIONES

Las variedades de papa tumbay, serranita, canchán y huayro cultivadas en Andahuaylas presentaron un conjunto de características físicas y químicas con los valores requeridos para ser industrializados en fritura y cada uno posee valores particulares que las distingue.

Las propiedades físicas con respecto al contenido de la materia seca, expresan valores superiores del mínimo requerido para la industria de papa en fritura; sobre todo, la variedad tumbay obtuvo alto porcentaje de materia seca (23,97 ± 0,52 a 28,57 ± 0,56). En cuanto a la gravedad específica, la variedad canchán alcanzo muy por encima de lo requerido, excepto la variedad tumbay, serranita y huayro.

En cuanto a las características químicas, se determinó que la papa variedad tumbay, serranita y huayro no poseen azucares reductores, lo cual favorece el empleo de la tecnología para el procesamiento industrial de papa en frituras. En tanto que, la variedad canchán excede los valores requeridos ($p<.0,05$). Con respecto al contenido de almidón, se determinó entre 12,6 ± 0.01 a 19,6% ± 0.006, siendo la variedad tumbay que posee alto porcentaje de almidón, seguido de la variedad huayro, canchán y serranita, amenorando sucesivamente ($p<0.05$). Respecto a los componentes macronutricionales, la variedad huayro destacó alto contenido de humedad idénticamente con la variedad serranita y canchán, pero la variedad tumbay destaco una diferencia estadística significativa ($p<0,05$) expresando una baja humedad. El porcentaje de proteína, grasa, ceniza y fibra fueron estadísticamente iguales ($p>0,05$) entre las cuatro variedades de papa estudiadas. En cambio, para el contenido de carbohidratos denotaron una diferencia significativa ($p<0,05$), en donde la variedad tumbay destaco alto porcentaje en comparación a las variedades de papa serranita, canchán y huayro.

RECOMENDACIONES

Extender el estudio para efectuar el análisis de actividades enzimáticas, contenido de polifenoles totales, capacidad antioxidante total, caracterización morfológica y estructural del almidón extraída de papa de las variedades tumbay, serranita, canchán y huayro cultivadas en la provincia de Andahuaylas, a fin de maximizar múltiples aplicaciones tecnológicas.

REFERENCIAS

Akkurt, K., Mogol, B., & Gökmen, V. (2021). Mitigation of acrylamide in baked potato chips by vacuum baking and combined conventional and vacuum baking processes. *Food Science and Technology, 144*. doi:10.1016/j.lwt.2021.111211

Alcon, D., & Bonifacio, A. (2020). Variables relacionadas con la calidad culinaria de la papa amarga Solanum Juzepczukii y Solanum curtilobum. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 7*(2), 87-99.

Almeida, F., Pereira, G., Arzuaga, J., Torres, W., Cabrera, J., & Hernández, A. (2015). Principales problemáticas que afectan el desarrollo del cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.) en diferentes municipios de la provincia Huambo, Angola. *Cultivos Tropicales, 36*(4).

Badui, S. (2006). *Química de los alimentos.* Mexico: Pearson .

Banda, C., Liu, S., Castañeda, O., & Morales, P. (1998). *Estudio de pre factibilidad para instalación de una planta procesadora de papas prefritas para el mercado de pollerías y restaurantes de Lima Metropolitana.* Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Bello, D., Carrera, E., & Díaz, Y. (2006). Determinación de azúcares reductores totales en jugos mezclados de caña de azúcar utilizando el método del ácido 3, 5 dinitrosalicílico. ICIDCA, 2, 7. *ICIDCA*, 2, 7.

Boyer, R. (2000). *Conceptos de Bioquimica .* Mexico: international thomson.

Cerón, M., Alzate, A., Rojano, B., & Ñuztez, C. (2018). Composición Fisicoquímica y Propiedades Antioxidantes de Genotipos Nativos de Papa Criolla (Solanum tuberosum Grupo Phureja). *Información Tecnológica, 29*(3), 205-216. doi:10.4067/S0718-07642018000300205

Chambilla, P. (2017). *Efecto de la osmodeshidratación como pre-tratamiento en el proceso de fritado de papa (solanum tuberosum l.) variedad canchán.* Puno, Peru: Universidad Nacional Del Altiplano.

Chavéz, L., & Osuna, L. (2000). *Evaluación y propuesta de optimización de la línea de almidón para la empresa productos alimenticios margarita S.A. (tesis de grado). Universidad de la Salle, Bogotá.*

Chinguel, S. V. (2021). *Efecto de la concentración del bisulfito de sodio en la elaboración de la papa frita.* Piura: Universidad Nacional de Piura , Facultad de Ingeniería Industrial.

Contreras, A. (1999). Antecedentes sobre el origen de la papa. *Revista de la Papa, 1*(3), 2-3.

Contreras, A. (2006). *Apuntes del ramo Raíces y Tubérculos. Calidad en papas.*

Contreras, M. R. (2017). *Determinación De La Relación Entre el Contenido de Almidón Y Materia Seca Con La Gravedad Especifica De Cinco Variedades De Papa (Solanum tuberosum).* Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.

Cosme, M., & Mandujano, S. (2009). *Obtención y caracterización física y química de tuberculos andinos .* Junin, Peru .

Cueva, E. E. (2021). *Efecto del número de ciclos de fritado de papa blanca y tipos de aceite vegetal en la estabilidad y concentración de compuestos polares de cada aceite residual.* Nuevo Chimbote, Peru: Universidad Nacional Del Santa, Facultad De Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

Diariocorreo . (02 de febrero de 2018). *papa industrializa vende fuera pais*. (diario Correo) Obtenido de https://diariocorreo.pe/economia/solo-15-papa-industrializa-vende-fuera-pais-803761/

Diaz, Y. (2015). *Determinación de las propiedades físicas, químicas, tecno funcionales y la estabilidad en congelación/descongelación del almidón de cuatro variedades de solanum tuberosum ssp. andigenum (papa nativa).* Andahuaylas, Peru: Universidad Nacional Jose Maria Arguedas.

Dilmer, J. (14 de 12 de 2019). *Calidad de la papa para usos industriales.* Obtenido de <http://www.redepapa.org/calidadpapa.pdf> .

DSRA. (2018). Boletín “informativo agrario” - dirección sub regional agraria de Andahuaylas. Andahuaylas.

ECURED. (14 de diciembre de 2019). Azúcares reductores y no reductores. Obtenido de https://www.ecured.cu/Az%C3%BAcares_reductores

Egúsquiza, B., & Catalán, B. (2011). Curso – taller manejo integrado de papa.Perú: UNALM, Agrobanco.

Espinosa, V. (2008). *Estudios estructurales de almidón de fuentes no convencionales: mango (Manguifera indica L.) y plátano (Musa paradisiaca L.).* Instituto Politécnico Nacional, Yautepec.

FAO. (2014). *Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua.* Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación Y la Agricultura.

FAO. (2022). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Datos sobre cultivos y productos ganaderos.* Obtenido de https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL

FAOSTAT. (2018). *El mundo de la papa.* food and agriculture organization of the united nations.

Ferreras, R. (2009). *Análisis reológicos de las diferentes fracciones de harina obtenidas en la molienda del grano de trigo.* España: Universidad de Salamanca.

García, F. J. (2009). *Estudio comparativo del efecto de la adición de almidón modificado en un pan tipo “muffin” horneado en microondas y convencionalmente.* Mexico: Insituto Politécnico Nacional.

Garcia, S. M. (2018). *Optimización de la fritura de hojuelas de papa nativa (solanum tuberosum sp.) aplicando el método de superficie de respuesta, Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Tecnología de Alimentos.* Lima, Peru: Universidad Nacional Agraria La Molina.

González, G. J. (2007). *El cultivo tradicional de la papa de la Isla de Tenerife.* España.

González, L., Osorio, M., Araujo, Y., Niño, L., & Gabriel, J. (2019). Selección de genotipos de papa (Solanum tuberosum L.) adaptados a las condiciones agroecológicas del Estado Mérida, Venezuela. *Revista Latinoamericana de la Papa, 1*(23), 76 – 85.

Gruda, Z., & Postolski, J. (1989). *Tecnología de la Congelación de los Alimentos.* Zaragoza- España: Acribia.

Guirola, V. y. (2007). *El cultivo de la papa (Solanum tuberosum L). Caracterización Botánica y Agro-morfológica.* Lima.

Gutierrez, H. G., De la Vara, D., & González, P. G. (2012). *Análisis y diseño de experimentos.* Mexico: McGraw-Hill Interamericana.

Hasbún, J., Esquivel, P., Brenes, B., & Alfaro, I. (2009). Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. *Agronomía Costarricense, 33*(1), 77-89.

Hoover, R. (2002). *Efecto del tratamiento de calor, humedad en la estructura y las propiedades físico-químicas de los almidones de raíz . Carbohidratos y polimeros.*

INDECOPI. (2010). *Normas técnicas peruanas, Papas y derivados – papa definiciones y derivado. (2da ed.). Perú: Indecopi. Lima.* Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual,.

INIA . (2014). *Catálogo de nuevas variedades de papa: sabores y colores para el gusto peruano.* Lima: Instituto Nacional de Innovación Agraria.

Isique, M. J., & Sing, J. L. (2017). *Influencia de la hidrólisis química en las características fisicoquímicas y funcionales de los residuos industriales de papa, camote y yuca.* Nuevo Chimbote-Peru: Universidad Nacional Del Santa.

Jenkins, P., & Nelson, D. (1992). Aspects of nitrogen fertilizer rate on tuber dry matter content of potato cv. Record. Potato Research 35: 127-132.

Jiménez, M., Zambrano, L., & Aguilar, M. (2004). Estabilidad de Pigmentos en frutas sometidas a tratamientos con Energía de Microondas. *SISIB Sistema de Servicios de Informacion y Bibliotecas*.

Kaur, A., Singh, N., & Ezequiel, R. y. (2007). *Propiedades fisico-químicas y térmicas de almidones separados de diferentes variedades de papa cultivadas en diferentes lugares. Químicas de los Alimentos.*

Kedia, P., Kausley, S., & Rai, B. (2022). Development of kinetic models for prediction of reducing sugar content in potatoes using literature data on multiple potato varieties. *Food Science and Technology, 55*. doi:10.1016/j.lwt.2021.112986

Krarup, C. (14 de 12 de 2019). *Tubérculos*. Obtenido de [En línea] <http://www.puc.cl/sw_educ/cultivos/papa/tubercul.htm>.

Landeo, J., & Huanco, V. (2014). *Proyecto PL480 CTR - 022: Proyecto Papa del Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria - INIEA.* Huancayo: Centro Internacional de la Papa .

Lishman, M. (15 de julio de 2019). *Potato-Quality-Equipment-July-2019*. Obtenido de http://martinlishman.com/wp-content/uploads/Potato-Quality-Equipment-July-2019.pdf

Liyanage, D., Yevtushenko, D., Konschuh, M., & Bizimungu, B. Z.-X. (2021). Processing strategies to decrease acrylamide formation, reducing sugars and free asparagine content in potato chips from three commercial cultivars. *Food Control, 119*. doi:10.1016/j.foodcont.2020.107452

Lizarazo, S., Hurtado, G., & Rodríguez, L. (2015). Physicochemical and Morphological Characterization of Potato Starch (Solanum tuberosum L.) as Raw Material for the Purpose of Obtaining Bioethanol. Agronomía Colombiana. *2*(33), 244-252.

Loyola, N., Oyarce, E., & Acuña, C. (2010). Evaluación del contenido de almidón en papas (solanum tuberosum, sp. tuberosum cv. desirée), producidas en forma orgánica y convencional en la provincia de curicó, región del maule. *IDESIA, 28*(2), 41-52.

MINAGRI. (12 de marzo de 2018). *adquisición de excedente de papa*. Obtenido de https://www.agrorural.gob.pe/minagri-establecio-que-adquisicion-de-excedente-de-papa-se-efectuara-hasta-el-12-de-abril-proximo/

MINDAR. (2022). *Indicadores productivos y económicos del cultivo de la papa .* Lima, Peru: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.

Moorthy, S. (2002). *Propiedades fisico-químicas y funcionales de los almidones de tubérculos tropicales. El almidón.*

Moreno, J. D. (2000). Calidad de la papa para usos industriales. *Boletin de la papa, 2*, 1-7.

Murniece, I., Karklina, D., Galoburda, R., D, S., Skrabule, I., & Costa, H. (2011). Nutritional composition of freshly harvested and stored Latvian potato (Solanum tuberosum L.) varieties depending on traditional cooking methods. *Journal of Food Composition and Analysis, 24*(4), 699-710. doi:10.1016/j.jfca.2010.09.005

Naranjo, D. G., & Pazmiño, O. S. (2010). *Plan de comercio exterior y negocios internacionales para la exportacion del almidón de yuca a Bogotá.* Colombia: Escuela Politénica del Ejército.

Narváez-Cuenca, C., Peña, C., Restrepo-Sánchez, L., & Mosquera, T. (2018). Macronutrient contents of potato genotype collections in the Solanum tuberosum Group Phureja. *Journal of Food Composition and Analysis, 66*, 179-184. doi:10.1016/j.jfca.2017.12.019

Navas, B., Ledezma, J. C., & Martínez, S. (2015). CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE PAPAS TIPO BASTÓN FRITAS EN ACEITES CONDIMENTADOS. *Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, 27*(2), 286-292.

Obregón, A., & Repo, R. (2013). EVALUACIÓN FISICOQUÍMICA Y BROMATOLÓGICA DE CUATRO VARIEDADES NATIVAS DE PAPA (Solanum SPP.). *Ciencia e Investigación, 16*(1), 38-40.

Oliva, G. A. (2020). *Clasificación de papa de acuerdo con su aptitud de trasformación industrial frito y cocido usando imágenes hiperespectrales.* España: Universidad Publica de Navarra.

Palacios, B., Jaramillo, V., González, S., & Cotes, T. (2008). Efecto de la fertilización sobre la calidad de la papa para procesamiento en dos suelos antioqueños. *Agronomía Colombiana, 26*(3), 487- 496.

Pazmiño, L. T. (2010). Aplicación de una tecnología de acondicionamiento para la elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón. (Pregrado), Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador. . *Retrieved from.*

Pérez, P. J., Plaza, Y. J., & Puente, A. P. (2013). Características del análisis proximal de harinas obtenidas de frutos de plátanos variedades Papocho y Pelipita (Musa ABB Simmonds). *Acta Agronómica* (pág. 189). 62(3).

Reyes, M. (2017). *Tablas peruanas de la composición de los alimentos Centro Nacional de Alimentación y Nutrición.*

Rodriguez, G. (2013). *Establecimiento de las Condiciones para la Selección de Papa (Solanum tuberosum) Apta para el Proceso de Freído .* Mexico: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro División De Agronomía .

Sarzo, J. (2015). *Calidad de tubérculos en quince progenies de semilla botánica de papa nativa (Solanum tuberosum sp. andigenum) en la estación experimental de Choquenaira.* La Paz – Bolivia.

Segura, C. (2002). *Estudio de factibilidad para el establecimiento de una planta procesadora de papas solanum tuberosum en hojuelas.* Guácimo, Costa Rica.

Silveira, A., Vilaró, F., Kvapil, M., Rodríguez, S., & Zaccari, F. (2020). Caracterización físico-química y potencial para fritura de materiales genéticos de papa (Solanum tuberosum). *Revista Chapingo. Serie horticultura, 26*(2). doi:10.5154/r.rchsh.2019.09.015

Singh, N., Singh, J., Kaur, L., Singh, N., & Singh, B. (2003). *Morfología, propiedades térmicas y reológicas de los almidones de diferentes fuentes botánicas Química de los alimentos.*

Smith, O. (1975). Potatoes: Production, storing, processing. The Avi Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut. 632.

Soriano, J. L. (1986). *Obtención y caracterización de almidón pre gelatinizado a partir de almidón de yuca.* Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Soto, R., & Yantas, P. (2012). *Evaluación de la calidad del almidón obtenido de tres variedades de papa (solanum tuberosum) cultivadas en la provincia de Jauja.* Tarma, Perú.: Universidad Nacional Del Centro Del Perú.

Stark, K. C., & Love. S, L. (2003). Potato Production Systems. University of Idaho, Extension. *Idaho, USA.* , 426.

Surco, F. A. (2004). *Caracterización de almidones aislados de nana tubérculos andinos: mashuaa (Tropaeolum tuberosum), oca (Oxalis nana tuberosa), olluco (Ullucus tuberosus) para su aplicación.* Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Tirado-Lara, R., & Tirado-Malaver, R. (2019). Quality attributes for processing potato clones of purple-fleshed in Peru. *Revista de Ciências Agroveterinárias, 18*(4). doi:10.5965/223811711842019444

Utrilla, R. G., Agama, E., Rodríguez, S. L., & Bello, L. A. (2007). *Estudio de la separación de los gránulos de almidón. . IX Congreso de ciencia de los alimentos y V Foro de ciencia y tecnología de alimentos.*

Vázquez, M. G., Ramos, D., Ybarra, C., Rubio, O., & Cadena, M. A. (2013). Variables fisicoquímicas y calidad de fritura de clones de papa desarrollados para los Valles Altos de México. *Agrociencia vol.47 no.1 México.*

Villagra, A. A. (2010). *Almidón retrogradado en el tratamiento dietoterápico de la diabetes mellitus tipo 2.* Argentina: Universidad ISALUD.

Yang, Y., Achaerandio, I., & Pujolà, M. (2016). Classification of potato cultivars to establish their processing aptitude. *Science food and agriculture, 96*, 413–421. doi:10.1002/jsfa.7104

Zhang, B., Murtaza, A., Iqbal, A., Zhang, J., & Bai, T. (2022). Comparative study on nutrient composition and antioxidant capacity of potato based on geographical and climatic factors. *Food Bioscience, 46*. doi:10.1016/j.fbio.2021.101536

Zhang, X., Zhang, M., & Adhikari, B. (2020). Recent developments in frying technologies applied to fresh foods. *Trends in Food Science & Technology, 98*, 68-81.

ANEXOS

ANEXO 1. RESULTADO ESTADÍSTICO PARA MATERIA SECA

Corridas experimentales

Tratamientos	R1	R2	R3	MS (%)
T1	27,96	29,06	28,69	**28,57**
T2	24,95	25,77	25,68	**25,47**
T3	23,939	24,977	24,882	**24,60**
T4	23,78	24,56	23,57	**23,97**

Resumen Estadístico

	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente de Variación
T1	3	28.57	0.559732	1.95916%
T2	3	25.4667	0.449704	1.76585%
T3	3	24.5993	0.573835	2.33272%
T4	3	23.97	0.521632	2.17619%
Total	12	25.6515	1.89959	7.40537%

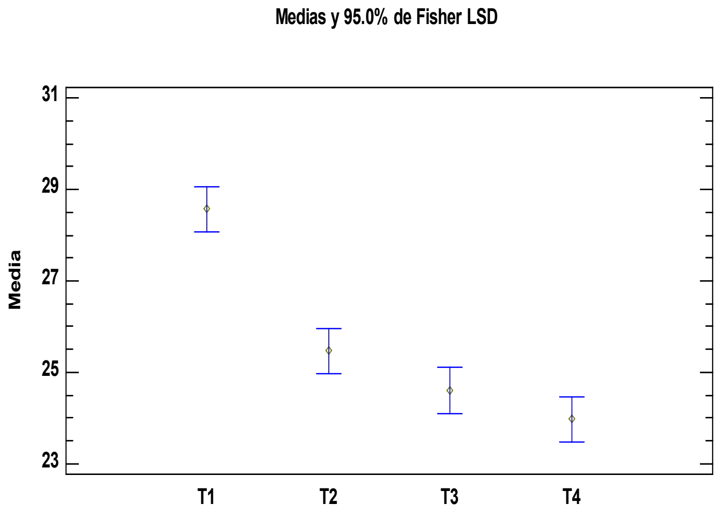
Tabla ANOVA

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	37.4589	3	12.4863	44.72	0.0000
Intra grupos	2.23384	8	0.27923		
Total (Corr.)	39.6927	11			

Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	*Media*	*Grupos Homogéneos*
T4	3	23.97	X
T3	3	24.5993	XX
T2	3	25.4667	X
T1	3	28.57	X


Medias y 95.0% de Fisher LSD
Media
31
29
27
25
23
T1
T2
T3
T4

ANEXO 2. RESULTADO ESTADÍSTICO PARA GRAVEDAD ESPECIFICA

Corridas experimentales

Tratamiento	R1	R2	R3	PROMEDIO
T1	1,015	1,0850	1,067	1,056
T2	0,979	1,117	1,113	0,979
T3	0,957	1,031	1,040	1,044
T4	1,000	0,985	1,015	1,056

Resumen Estadístico

	Recuento	*Promedio*	*Desviación Estándar*	*Coeficiente de Variación*
T1	3	1.05567	0.0363501	3.44334%
T2	3	1.07733	0.0396274	3.67829%
T3	3	1.09667	0.0840972	7.66843%
T4	3	1.056	0.0509215	4.82211%
Total	12	1.07142	0.0509803	4.75822%

Tabla ANOVA

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	0.00347492	3	0.00115831	0.37	0.7776
Intra grupos	0.025114	8	0.00313925		
Total (Corr.)	0.0285889	11			

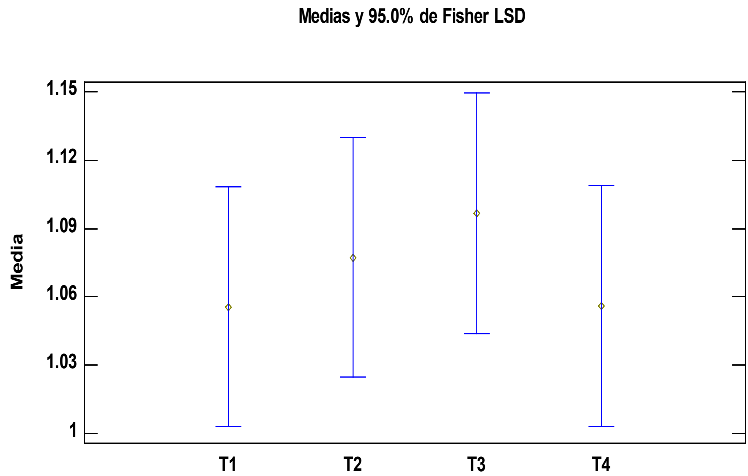
Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	*Media*	*Grupos Homogéneos*
T1	3	1.05567	X
T4	3	1.056	X
T2	3	1.07733	X
T3	3	1.09667	X

Pruebas de Normalidad para GRAVEDAD ESPECIFICA

Prueba	*Estadístico*	*Valor-P*
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.863614	0.277576


Medias y 95.0% de Fisher LSD
Media
1.15
1.12
1.09
1.06
1.03
1
T1
T2
T3
T4

ANEXO 3. RESULTADO ESTADÍSTICO PARA AZUCARES REDUCTORES

Corridas experimentales

Tratamientos	R1	R1	R1	Promedio
T1	0,00	0,00	0,00	0,00
T2	0,00	0,00	0,00	0,00
T3	1,00	1,00	1,00	1,00
T4	0,00	0,00	0,00	0,00

Resumen Estadístico

	Recuento	*Promedio*	*Desviación Estándar*	*Coeficiente de Variación*
T1	3	0.19	0.00655744	3.45128%
T2	3	0.126	0.00916515	7.27393%
T3	3	0.173	0.0101489	5.86641%
T4	3	0.182	0.00458258	2.5179%
Total	12	0.16775	0.0268129	15.9838%

Tabla ANOVA

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	0.00740625	3	0.00246875	39.34	0.0000
Intra grupos	0.000502	8	0.00006275		
Total (Corr.)	0.00790825	11			

Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	*Media*	*Grupos Homogéneos*
T2	3	0.126	X
T3	3	0.173	X
T4	3	0.182	XX
T1	3	0.19	X

Pruebas de Normalidad para azucares reductores

Prueba	*Estadístico*	*Valor-P*
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.75	0.0

ANEXO 4. RESULTADO ESTADÍSTICO PARA ALMIDÓN

Corridas experimentales

Tratamiento	R1	R2	R3	Promedio (Kg)	(%)
T1	0,196	0,191	0,183	0,126	19,0%
T2	0,136	0,118	0,124	0,126	12,6%
T3	0,175	0,162	0,182	0,173	17,3%
T4	0,187	0,181	0,178	0,182	18,2%

Resumen Estadístico

	Recuento	*Promedio*	*Desviación Estándar*	*Coeficiente de Variación*
T1	3	0.19	0.00655744	3.45128%
T2	3	0.126	0.00916515	7.27393%
T3	3	0.173	0.0101489	5.86641%
T4	3	0.182	0.00458258	2.5179%
Total	12	0.16775	0.0268129	15.9838%

Tabla ANOVA

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	0.00740625	3	0.00246875	39.34	0.0000
Intra grupos	0.000502	8	0.00006275		
Total (Corr.)	0.00790825	11			

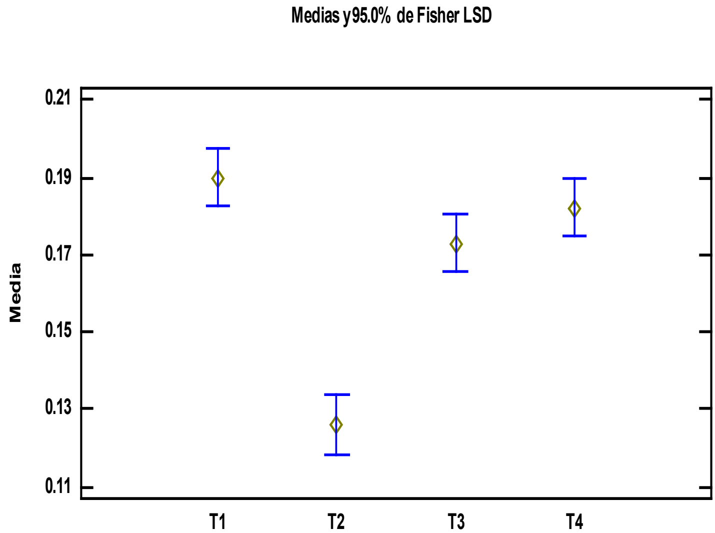
Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	*Media*	*Grupos Homogéneos*
T2	3	0.126	X
T3	3	0.173	X
T4	3	0.182	XX
T1	3	0.19	X

Pruebas de Normalidad para ALMIDON

Prueba	*Estadístico*	*Valor-P*
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.866937	0.286869


Medias y 95.0% de Fisher LSD
Media
0.21
0.19
0.17
0.15
0.13
0.11
T1
T2
T3
T4

ANEXO 5. RESULTADO ESTADÍSTICO PARA HUMEDAD

Corridas experimentales

Tratamiento	**R1**	**R2**	**R3**
T1	73,78	75,21	76,16
T2	73,78	74,53	75,28
T3	75,21	75,59	75,39
T4	76,16	73,46	78,47

Resumen Estadístico

	Recuento	*Promedio*	*Desviación Estándar*	*Coeficiente de Variación*
T1	3	71.43	0.835165	1.16921%
T2	3	74.53	0.75	1.00631%
T3	3	75.3967	0.190088	0.252117%
T4	3	76.03	2.50753	3.29808%
Total	12	74.3467	2.18669	2.94121%

Tabla ANOVA

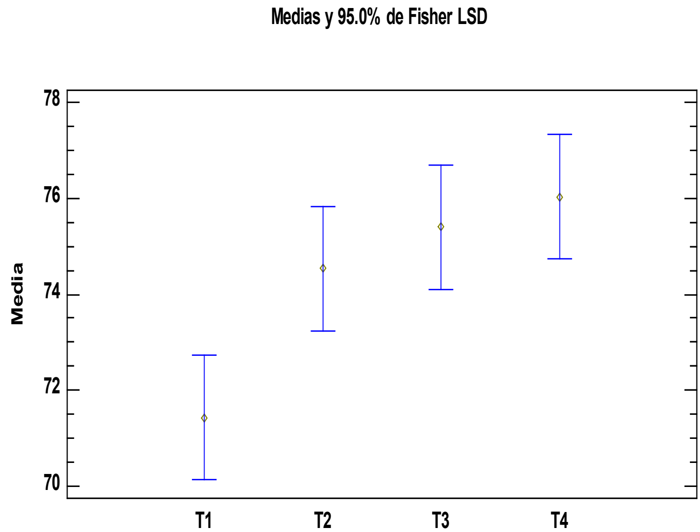
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	37.43	3	12.4767	6.58	0.0149
Intra grupos	15.1677	8	1.89596		
Total (Corr.)	52.5977	11			

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	*Media*	*Grupos Homogéneos*
T1	3	71.43	X
T2	3	74.53	X
T3	3	75.3967	X
T4	3	76.03	X

Pruebas de Normalidad para HUMEDAD

Prueba	*Estadístico*	*Valor-P*
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.991539	0.824074


Medias y 95.0% de Fisher LSD
Media
78
76
74
72
70
T1
T2
T3
T4

ANEXO 6. RESULTADO ESTADÍSTICO PARA PROTEÍNAS

Corridas experimentales

Proteína	R1	R2	R3
T1	2,47	1,72	1,35
T2	2,47	1,03	1,06
T3	1,72	1,43	2,61
T4	1,35	0,98	1,45

Resumen Estadístico

	Recuento	*Promedio*	*Desviación Estándar*	*Coeficiente de Variación*
T1	3	1.45667	0.626924	43.0382%
T2	3	1.52	0.822861	54.1356%
T3	3	1.92	0.614898	32.026%
T4	3	1.26	0.247588	19.6499%
Total	12	1.53917	0.580712	37.729%

Tabla ANOVA

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	0.690425	3	0.230142	0.61	0.6272
Intra grupos	3.01907	8	0.377383		
Total (Corr.)	3.70949	11			

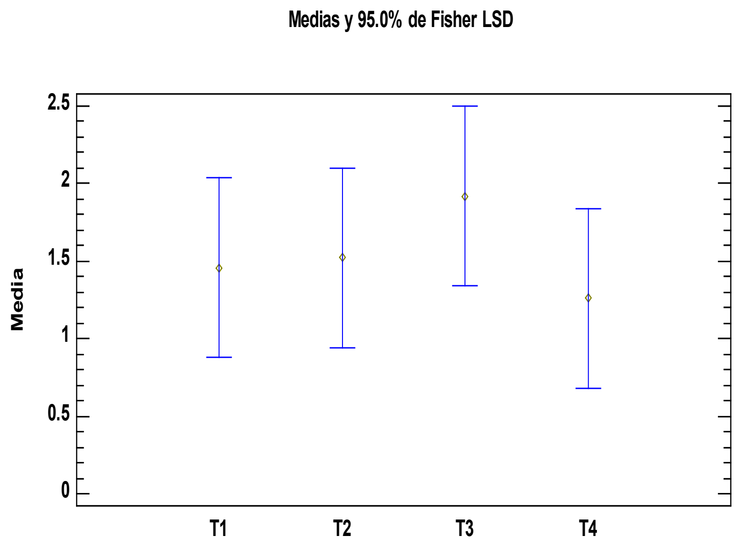
Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	*Media*	*Grupos Homogéneos*
T4	3	1.26	X
T1	3	1.45667	X
T2	3	1.52	X
T3	3	1.92	X

Pruebas de Normalidad para PROTEINAS

Prueba	*Estadístico*	*Valor-P*
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.985223	0.767262


Medias y 95.0% de Fisher LSD
Media
2.5
2
1.5
1
0.5
0
T1
T2
T3
T4

ANEXO 7. RESULTADO ESTADÍSTICO PARA GRASA

Corridas experimentales

Grasa	R1	R2	R3
T1	0,27	0,30	0,38
T2	0,27	0,22	0,38
T3	0,30	0,45	0,46
T4	0,38	0,25	0,48

Resumen Estadístico

	Recuento	*Promedio*	*Desviación Estándar*	*Coeficiente de Variación*
T1	3	0.346667	0.0305505	8.81265%
T2	3	0.29	0.0818535	28.2254%
T3	3	0.403333	0.0896289	22.222%
T4	3	0.37	0.115326	31.1691%
Total	12	0.3525	0.0844366	23.9537%

Tabla ANOVA

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	0.0204917	3	0.00683056	0.94	0.4640
Intra grupos	0.0579333	8	0.00724167		
Total (Corr.)	0.078425	11			

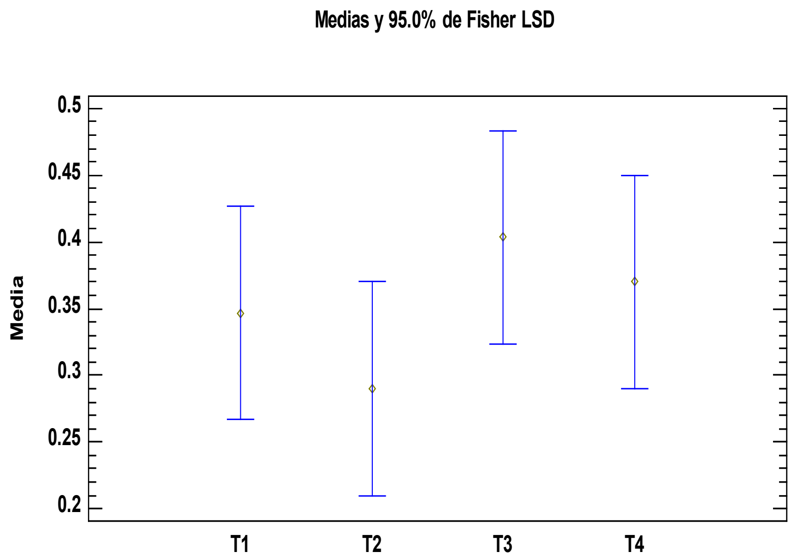
Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	*Media*	*Grupos Homogéneos*
T2	3	0.29	X
T1	3	0.35	X
T4	3	0.37	X
T3	3	0.40	X

Pruebas de Normalidad para GRASA

Prueba	*Estadístico*	*Valor-P*
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.935567	0.509845


Medias y 95.0% de Fisher LSD
Media
0.5
0.45
0.4
0.35
0.3
0.25
0.2
T1
T2
T3
T4

ANEXO 8. RESULTADO ESTADÍSTICO PARA CENIZA

Corridas experimentales

Ceniza	R1	R2	R3
T1	1,06	0,94	1,15
T2	1,06	0,87	1,43
T3	0,94	1,19	1,34
T3	1,15	0,92	1,17

Resumen Estadístico

	Recuento	*Promedio*	*Desviación Estándar*	*Coeficiente de Variación*
T1	3	1.06333	0.400042	37.6215%
T2	3	1.12	0.284781	25.4268%
T3	3	1.15667	0.202073	17.4703%
T4	3	1.08	0.138924	12.8634%
Total	12	1.105	0.237085	21.4556%

Tabla ANOVA

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	0.0157667	3	0.00525556	0.07	0.9745
Intra grupos	0.602533	8	0.0753167		
Total (Corr.)	0.6183	11			

Pruebas de Múltiple Rangos

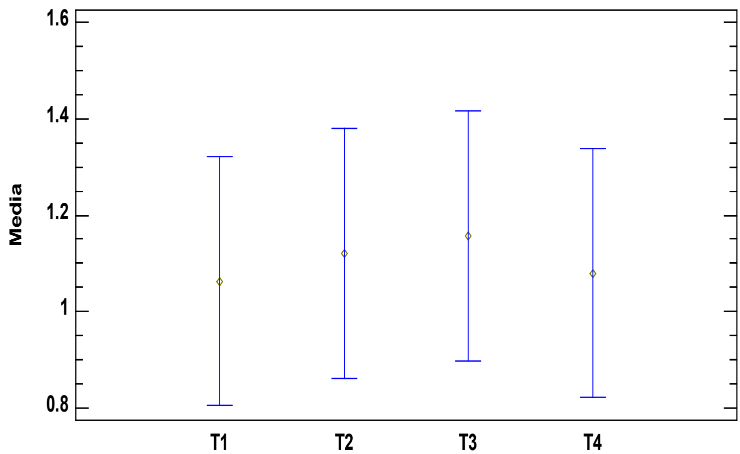
Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	*Media*	*Grupos Homogéneos*
T1	3	1.06	X
T4	3	1.08	X
T2	3	1.12	X
T3	3	1.16	X

Pruebas de Normalidad para CENIZA

Prueba	*Estadístico*	*Valor-P*
Estadístico W de Shapiro-Wilk	1.0	0.999889

Medias y 95.0% de Fisher LSD



ANEXO 9. RESULTADO ESTADÍSTICO PARA FIBRA CRUDA

Corridas experimentales

Fibra	R1	R2	R3
T1	0,67	0,69	0,70
T2	0,67	0,78	0,80
T3	0,69	0,77	0,88
T4	0,70	0,65	1,05

Resumen Estadístico

	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente de Variación
T1	3	0.88	0.0264575	3.00654%
T2	3	0.75	0.07	9.33333%
T3	3	0.78	0.0953939	12.23%
T4	3	0.8	0.217945	27.2431%
Total	12	0.8025	0.117638	14.6589%

Tabla ANOVA

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	0.027825	3	0.009275	0.60	0.6349
Intra grupos	0.1244	8	0.01555		
Total (Corr.)	0.152225	11			

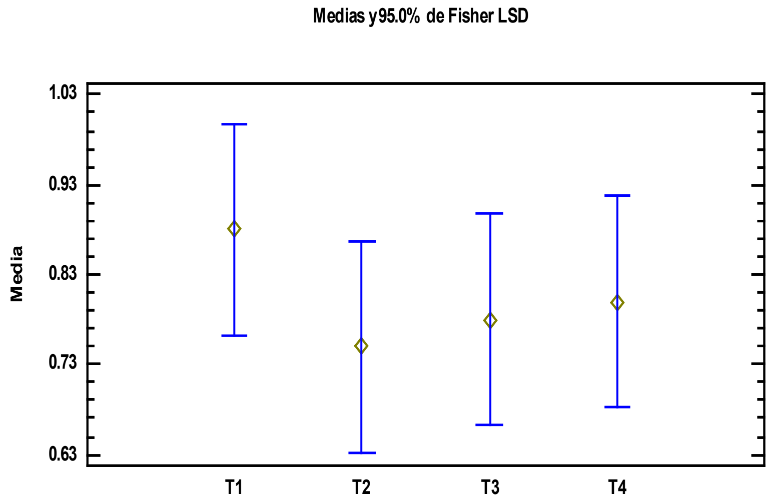
Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	*Media*	*Grupos Homogéneos*
T2	3	0.75	X
T3	3	0.78	X
T4	3	0.8	X
T1	3	0.88	X

Pruebas de Normalidad para FIBRA

Prueba	*Estadístico*	*Valor-P*
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.986842	0.780441


Medias y 95.0% de Fisher LSD
Media
1.03
0.93
0.83
0.73
0.63
T1
T2
T3
T4

ANEXO 10. RESULTADO ESTADÍSTICO PARA CARBOHIDRATOS

Corridas experimentales

Carbohidratos	R1	R2	R3
T1	20,93	21,16	19,68
T2	20,93	23,81	22,88
T3	21,16	19,51	22,70
T4	19,68	23,07	21,02

Resumen Estadístico

	Recuento	*Promedio*	*Desviación Estándar*	*Coeficiente de Variación*
T1	3	25.7	0.0793725	0.308843%
T2	3	22.54	1.4698	6.52083%
T3	3	21.1233	1.59532	7.55239%
T4	3	21.2567	1.70735	8.03205%
Total	12	22.655	2.25657	9.96057%

Tabla ANOVA

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	40.7598	3	13.5866	7.13	0.0120
Intra grupos	15.2533	8	1.90667		
Total (Corr.)	56.0131	11			

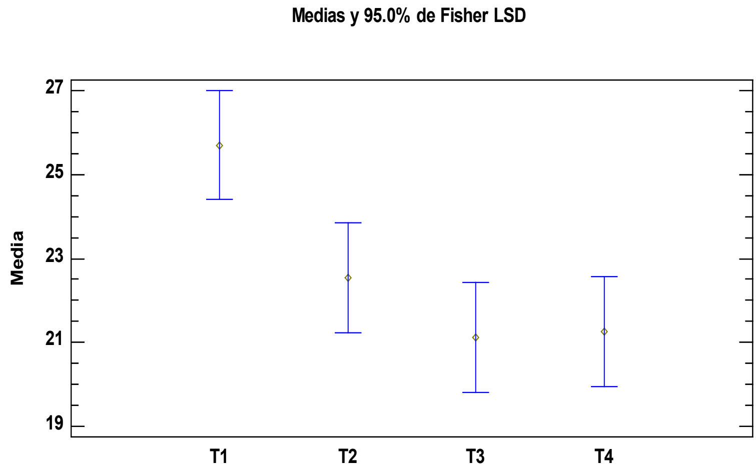
Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	*Media*	*Grupos Homogéneos*
T3	3	21.1233	X
T4	3	21.2567	X
T2	3	22.54	X
T1	3	25.7	X

Pruebas de Normalidad para CARBOHIDRATOS

Prueba	*Estadístico*	*Valor-P*
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.823155	0.171066


Medias y 95.0% de Fisher LSD
Media
27
25
23
21
19
T1
T2
T3
T4

ABEL ISAIAS BARRIAL-LUJAN - Graduado de Ingeniero Agroindustrial (UNAJMA, Perú) y posee estudios de posgrado en Economía Agroalimentaria y del Medio Ambiente (UPV, España). Ha ejercido docencia en educación superior universitaria (UNAJMA) y dirigió proyectos de investigación en el área agroindustrial y del medioambiente; actualmente se encuentra dedicado a la investigación en valorización de subproductos de origen vegetal (UPV).

FREDY TAIPE-PARDO - Ingeniero en Industrias Alimentarias (UNSCH, Perú), Magister de la (UNSAAC, Perú), con estudios concluidos del Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (UAC, Perú); en la actualidad es Profesor Ordinario en la categoría de Asociado a tiempo completo en la Universidad Nacional José María Arguedas y desarrolla investigación en la línea de componentes bioactivos, aceites esenciales y procesos agroindustriales.

MARY L. HUAMÁN-CARRIÓN - Ingeniera de Sistemas e informática (UTEA, Perú), Maestría en Ciencias (UNSCH, Perú), miembro del Grupo de Investigación en Nutraceúticos y Biopolímeros (GINBIO).

MAURICIO MUÑOZ-MELGAREJO - Licenciado en Ciencias de la Educación con la Especialidad en Biología y Química, Magister en Educación Superior e Investigación, Doctor en Ciencias de la Educación; actualmente es Docente Principal de la Universidad Peruana Los Andes (UPLA, Perú).

ANY BERENICE CÓRDOVA-CHANG - Ingeniera Agroindustrial con maestría en Gerencia de Industrias Agropecuarias y Pesqueras (UNS, Perú). Su investigación está centrada en la revalorización de residuos agroindustriales y pesqueros, Ingeniería de Bioprocesos y procesamiento de frutas y hortalizas. Actualmente es Docente a tiempo completo en el Departamento académico de Agroindustria y Agronomía de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Santa, Perú.

JOSE CARLOS AREVALO-QUIJANO - Docente Investigador RENACYT, Licenciado en Educación (UNFV, Perú) y Abogado (UIGV, Perú), Maestro en Docencia en el Nivel Superior (UNDAC), Doctor en Ciencias de la Educación (UNDAC, Perú) y Posdoctor en Investigación Cualitativa; actualmente es docente Principal adscrito al Departamento Académico de Educación y Humanidades de la Universidad Nacional José María Arguedas.

MARIA DEL CARMEN DELGADO-LAIME - Graduada de Bióloga (UNSAAC), Magister en Desarrollo Rural (UNSAAC, Perú) y Doctora en Biología Ambiental (UNAS, Perú); actualmente es docente principal de la Universidad Nacional José María Arguedas, Perú.

DAVID CHOQUE-QUISPE - Docente investigador RENACYT, Ingeniero Químico (UNSAAC, Perú), Maestro en Ciencias (UNSAAC, Perú) y Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (UAC, Perú), Doctorante en Ingeniería de Recursos Hídricos y Ambiental (UFPR, Brasil); actualmente es docente Asociado Ordinario en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (UNAJMA), Responsable del Laboratorio de Investigación en Control y Análisis de Aguas, miembro del Grupo de Investigación en Nutraceúticos y Biopolímeros (GINBIO), Coordinador del Grupo de Investigación en desarrollo de materiales avanzados para el tratamiento de aguas y alimentos - (G-LIMTA).

CRISPIN BARRIAL-LUJAN - Graduado en Ciencias de la salud y magíster en Gestión de los Servicios de la Salud (UCV, Perú); actualmente colabora en proyectos de investigación sobre valorización nutricional y funcional de los subproductos agroindustriales.

RIDHER R. ANTAY-CCACCYA - Graduado de Ingeniero Agroindustrial (UNAJMA, Perú), con estudios concluidos de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos (UNSAAC, Perú); actualmente es docente en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas, Perú.

FREDY AGUILAR-RIVERA - Graduado de Ingeniero Agroindustrial (UNAJMA, Perú); con estudios concluidos de Maestría en Economía mención Proyectos de Inversión (UNSAAC, Perú). Actualmente se encuentra desarrollando proyectos productivos en el sector agropecuaria de la región Apurímac, Perú.

Atena Editora
Ano 2023



ALTERNATIVAS AGROINDUSTRIALES DE TUBERCULOS ANDINOS

Identificación de la calidad industrial para la fritura de las variedades de papa *(Solanum Tuberosum L.)* cultivadas en Andahuaylas, Peru

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena
Editora
Ano 2023



ALTERNATIVAS AGROINDUSTRIALES DE TUBERCULOS ANDINOS

Identificación de la calidad industrial para la fritura de las variedades de papa *(Solanum Tuberosum L.)* cultivadas en Andahuaylas, Peru

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br